

**UJI ANTAGONIS BAKTERI RIZOSFER PISANG
TERHADAP CENDAWAN PATOGEN**
Rhizoctonia solani



SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains
Jurusan Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

Oleh:

NURKUMALA DEWI
NIM. 60300111050

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR
2015**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurkumala Dewi
NIM : 60300111050
Tempat/Tgl. Lahir : Bajumata/ 06 September 1993
Jur/Prodi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Alamat : Jln. Rappokalling Barat
Judul : "Uji Antagonis Bakteri Rizosfer Pisang Terhadap Cendawan Patogen *Rhizoctonia solani*"

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Samata, September 2015
Penyusun,



Nurkumala Dewi
NIM: 60300111050

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Pembimbing penulisan skripsi Saudara Nurkumala Dewi, NIM: 60300111050, mahasiswa Jurusan Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, setelah meneliti dan mengoreksi dengan seksama skripsi berjudul, "Uji Antagonis Bakteri Rizosfer Pisang Terhadap Cendawan Patogen *Rhizoctonia solani*", memandang bahwa skripsi tersebut telah memenuhi syarat-syarat ilmiah dan dapat disetujui untuk dimunaqasyahkan.

Demikian persetujuan ini diberikan untuk diproses lebih lanjut.

Makassar, 14 September 2015

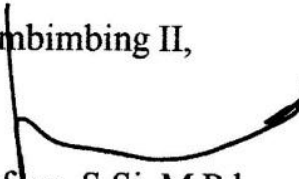
Pembimbing I,



Fatmawati Nur Khalik, S.Si., M.Si.

NIP. 19720302 200604 2 001

Pembimbing II,



Hafsah, S.Si., M.Rd.

NIP. 19810912 200912 2 008

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul, “Uji Antagonis Bakteri Rizosfer Pisang Terhadap Cendawan Patogen *Rhizoctonia solani*”, yang disusun oleh Nurkumala Dewi, NIM: 60300111050, mahasiswa Jurusan Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang Munaqasyah yang diselenggarakan pada hari jumat, tanggal 11 September 2015 M bertepatan 27 Dzulkaidah 1436 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Sains dan Teknologi, Jurusan Biologi (dengan beberapa perbaikan).

Makassar, 11 September 2015 M.

27 Dzulkaidah 1436 H.

DEWAN PENGUJI:

| | |
|----------------------|---------------------------------|
| Ketua | : Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag |
| Sekretaris | : Dr. Cut Muthiadin, S.Si.,M.Si |
| Munaqisy I | : Eka Sukmawaty, S.Si.,M.Si |
| Munaqisy II | : Nurlailah Mappanganro, SP.,MP |
| Munaqisy III | : Dr. Sohra, M.Ag |
| Pembimbing I | : Fatmawati Nur, S.Si.,M.Si |
| Pembimbing II | : Hafsan, S.Si.,M.Pd |

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Diketahui oleh:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Alauddin Makassar,



Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag

NIP. 196912051993031001

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “ UJI ANTAGONIS BAKTERI RIZOSFER PISANG TERHADAP CENDAWAN PATOGEN *Rhizoctonia solani*” dapat terselesaikan dan merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si). Shalawat serta salam yang tercurahkan kepada Baginda Rasulullah SAW yang telah mengajarkan beberapa ilmu pengetahuan sebagai pedoman bagi hambanya yang haus akan ilmu pengetahuan

Penulis menyadari banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Untuk itu, iringan doa dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan, utamanya kepada Ibunda Nia’ tersayang yang telah mendidik dan mencurahkan kasih sayang dengan ketulusan, keikhlasan dan lantunan doa yang tak henti-hentinya yang terucap dari bibirnya, serta rela mengorbankan segalanya demi tercapainya harapan dari sang anak tercinta yang tidak akan mampu untuk membalasnya. Tak lupa pula untuk kakak saya Agusman yang selalu memberikan arahan dan motivasi kepada penulis. Semoga berkah dan rahmat Allah SWT selalu menaungi mereka.

Selain itu juga penulis mengucapkan terima kasih dan memberikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Musafir Pababbari M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
2. Bapak Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
3. Bapak Dr. Mashuri Masri, S.Si., M.Kes, selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Ibu Fatmawati Nur, S.Si., M.Si, selaku pembimbing I dalam proses penulisan skripsi ini yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Ibu Cut Muthiadin, S.Si., M., Si, selaku sekretaris jurusan Biologi yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan nasehat-nasehat kepada penulis selama aktif menjalani proses perkuliahan.
6. Ibu Hafsan, S.Si., M.pd selaku pembimbing II dalam proses penulisan skripsi ini yang telah banyak meluangkan waktunya dan saran untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Ibu Nurlailah Mappanganro, S.P., MP, selaku penguji/pembahas I yang telah meluangkan waktunya serta memberikan saran dan masukan.
8. Ibu Eka Sukmawaty S.Si., M.Si, selaku penguji/ pembahas II tak henti-hentinya memberikan saran dan kritikan serta motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.

9. Ibu Dr. Sohrah,M.Ag, selaku penguji/pembahas III yang telah meluangkan waktunya serta memberikan saran dan masukan.
10. Bapak dan Ibu Dosen dalam jajaran Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar yang selama ini telah mendidik penulis dengan baik sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikannya pada tingkat perguruan tinggi.
11. Kepada laboran Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitiannya.
12. Saudara (i) seperjuanganku SINAPSIS yang telah banyak memberikan motivasi dan semangat serta suka duka yang dialami bersama serta rasa persaudaraan yang tak akan dilupakan.
13. Seta semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis juga menyadari bahwa karya nan sederhana ini masih jauh dari kata kesempurnaan, karena kesempurnaan hanyalah milik Allah Swt. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca, guna perbaikan ke depannya.

Akhirnya kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya, dan bagi para pembaca pada umumnya. Semoga Allah senantiasa melindungi dan melimpahkan rahmat dan ridho-Nya, AMIN.....

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xi |
| ABSTRAK | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1-6 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 3 |
| C. Ruang Lingkup Penelitian | 3 |
| D. Penelitian Terdahulu | 3-6 |
| E. Tujuan Penelitian | 6 |
| F. Kegunaan Penelitian | 6 |
| BAB II TINJAUAN TEORITIS | 7-43 |
| A. Teori tentang tanah | 7-9 |
| B. Bakteri tanah | 9-15 |
| C. Karakterisasi bakteri tanah | 15-17 |
| D. <i>Plant growth-promoting rhizobacteria</i> (PGPR) | 17-20 |
| E. Karakteristik Fisiologis Bakteri Rizosfer Pisang | 20-23 |
| F. Cendawan patogen | 23-30 |
| G. Penyakit Tanaman Yang Disebabkan Oleh Cendawan | 31-34 |
| H. Pengendalian Penyakit Tanaman | 34-36 |

| | | |
|---------|--|-------|
| | I. Al-Qur'an | 37-41 |
| | J. Hipotesis | 41 |
| | K. Kerangka Fikir | 42-43 |
| BAB III | METODOLOGI PENELITIAN | 44-47 |
| | A. Jenis dan Lokasi Penelitian | 44 |
| | B. Pendekatan Penelitian | 44 |
| | C. Variabel Penelitian | 44 |
| | D. Defenisi Operasional Variabel | 45 |
| | E. Instrumen Penelitian | 45 |
| | F. Prosedur Kerja | 44-47 |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN | 48-54 |
| | A. Hasil Penelitian | 48 |
| | B. Pembahasan | 50-56 |
| BAB V | PENUTUP | 57 |
| | A. Kesimpulan | 57 |
| | B. Saran | 57 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 58-63 |
| | LAMPIRAN-LAMPIRAN | |
| | RIWAYAT HIDUP | |

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil uji antagonis bakteri rizosfer pisang terhadap cendawan patogen

Rhizoctonia solani.....48



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Hasil Hasil uji antagonis bakteri rizosfer pisang terhadap cendawan patogen <i>Rhizoctonia solani</i> | 50 |
|--|----|



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Skema Kerja uji antagonis bakteri rizosfer pisang terhadap cendawan patogen *Rhizoctonia solani*.

Lampiran 2: Alat dan bahan yang digunakan

Lampiran 3: Hasil bakteri rizosfer yang tidak mampu menghambat cendawan patogen

Rhizoctonia solani



Abstrak

Nama : Nurkumala dewi
NIM : 60300111050
Judul Skripsi : “Uji Antagonis Bakteri Rizosfer Pisang Terhadap Cendawan Patogen *Rhizoctonia solani*”

Rizosfer merupakan daerah yang ideal bagi tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme tanah. Bakteri yang hidup di daerah perakaran ini berperan dalam pertumbuhan tanaman salah satunya menghambat pertumbuhan cendawan patogen. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan bakteri rizosfer pisang terhadap pertumbuhan cendawan patogen *Rhizoctonia solani*. Uji kemampuan penghambatan pertumbuhan dilakukan secara kultur ganda (*dual culture*) dengan menumbuhkan masing-masing bakteri rizosfer dengan cendawan patogen cawan petri berisi media *Potato Dextrosa Agar* secara berhadapan dengan jarak 3 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari total 10 isolat bakteri, terdapat genus bakteri yang mampu menghambat pertumbuhan *Rhizoctonia solani* yaitu *Enterobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Bacillus*, dan *Staphylococcus*.

Kata kunci: Bakteri rizosfer, pertumbuhan, cendawan patogen *Rhizoctonia solani*.

Abstrak

Nama : Nurkumala dewi
NIM : 60300111050
Judul Skripsi : “ Test antagonists banana rhizosphere bacteria on Growth fungus pathogen *Rhizoctonia solani*”

Rhizosphere is an area that is ideal for the growth and development of soil microorganisms. Bacteria that live in the root zone was instrumental in the growth of plants one of which inhibits the growth of pathogenic fungi. The purpose of this study was to determine the ability of banana rhizosphere bacteria on the growth of pathogenic fungus *Rhizoctonia solani*. Test capabilities culture growth inhibition done double (dual culture) by growing the respective rhizosphere bacterium with pathogenic fungi petri dishes containing Potato Dextrosa To be confronted with a distance of 3 cm. The results showed that out of a total of 10 isolates of bacteria, there is a genus of bacteria that is capable of inhibiting growth of *Rhizoctonia solani* is *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Bacillus* and *Staphylococcus*.

Keywords: Bacterial rhizosphere, growth, fungal pathogen *Rhizoctonia solani*.

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mikroorganisme tanah berfungsi merubah senyawa kimia didalam tanah, terutama pengubahan senyawa organik yang mengandung karbon, nitrogen, sulfur dan fosfor menjadi senyawa anorganik. Proses ini disebut mineralisasi, didalamnya terlibat sejumlah besar perubahan senyawa kimia serta peranan bermacam-macam spesies mikroba. Rangkaian reaksinya dapat digambarkan sebagai suatu proses siklik yang dapat diawali misalnya dengan suatu unsur nitrogen, yang mengalami sederetan perubahan dari persenyawaan anorganik menjadi organik. Kemudian nitrogen itu dibebaskan dari protein dan proses tersebut berulang kembali. Salah satu proses siklik semacam itu yang dipahami paling baik ialah yang menggambarkan transformasi nitrogen beserta persenyawaannya (Kusnadi et al. 2003, 292-293).

Perakaran tanaman (rizosfer) merupakan bagian tanaman yang paling kaya akan mikroorganisme. Tingginya populasi mikroorganisme yang ada di rizosfer disebabkan karena pada daerah tersebut merupakan bagian yang sangat kaya akan nutrisi seperti asam amino dan gula sebagai sumber nitrogen dan karbon yang dibutuhkan untuk perkembangan mikroorganisme. Bakteri rizosfer dilaporkan mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan cendawan patogen (Anonymous, 2004).

Jumlah dan tipe bakteri yang terdapat di tanah sangat dipengaruhi oleh letak geografis, suhu, pH, kandungan bahan organik, tipe tanah, kultivasi, aerasi, dan kelembaban tanah. Bakteri tanah yang paling sering dijumpai berbentuk kokus, basil, spiral. Bakteri menjalankan fungsi penting di dalam tanah sebagai dekomposer residu organik dari enzim yang disekresikan ke tanah. Setidaknya terdapat empat fungsi utama bakteri di dalam tanah yaitu sebagai dekomposer, bersimbiosis mutualis dengan tanaman dalam memfiksasi nitrogen, bakteri litotrof dan kemoautotrof dalam tanah berperan penting dalam daur nitrogen dan degradasi polutan, namun bakteri juga bisa bertindak sebagai patogen pada tanaman (Campbell, 2003).

Peran bakteri dalam pertumbuhan beberapa tanaman dipengaruhi oleh interaksi bakteri dengan tanaman pada daerah rizosfer. Interaksi ini sangat berpengaruh pada kesuburan tanah. Rizosfer merupakan daerah yang ideal bagi tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme tanah. Keadaan ini didukung oleh fungsinya, yaitu sebagai penyedia nutrisi dan juga sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme. Beberapa macam nutrisi disekresikan di dalam rhizosfer, yang sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan di dalam tanah (Bashan et al., 1998: 1225).

Bakteri banyak yang mempunyai peranan sebagai agens pengendali biologi secara potensial dalam menekan penyakit layu yang disebabkan oleh patogen tular tanah (Foc). Bakteri yang mempunyai potensi agens antagonis antara lain: *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus* sp. Bakteri *Pseudomonas fluorescens* merupakan komponen agens antagonis yang penting dalam rizosfer tanah. Bakteri

agens antagonis tersebut dapat menekan cendawan atau bakteri lain dengan antibiosis, kompetisi nutrisi atau parasitisme langsung. Umumnya aktifitas organisme yang satu dengan organisme yang lain, akan saling bersaing terhadap tempat, udara, air dan bahan makanan (nutrient) (Soesanto, 2008).

Cendawan *Rhizoctonia solani* penyebab penyakit busuk pelepah pada jagung merupakan patogen tular tanah (*soil borne pathogen*) adalah patogen yang dapat bertahan di tanah dalam bentuk sklerotium dan miselium sehingga sulit ditekan penyebarannya (Smith et al, 2003).

Bakteri tanah mempunyai potensi besar untuk dikembangkan dalam industri bioteknologi. Potensi tersebut berhubungan dengan kemampuan yang dimilikinya seperti amilolitik, proteolitik, lipolitik, antibiosis, selulolitik, dan sebagainya. Potensi ini dapat dimanfaatkan untuk industri pangan, minuman, obat-obatan dan penanganan limbah. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian-penelitian dan pengembangan untuk menemukan dan mengembangkan potensi-potensi bakteri tanah (Sumarsih, 2003).

Berdasarkan pemaparan diatas bahwa keberadaan bakteri antagonis yang terdapat di rizosfer tanaman pisang dapat dimanfaatkan sebagai agen pengendalian hayati sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kemampuan bakteri rizosfer pisang menghambat pertumbuhan cendawan patogen.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana kemampuan bakteri rizosfer pisang menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Rhizoctonia solani*.

C. Ruang Lingkup Penelitian

Isolat yang digunakan adalah isolat Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

D. Kajian Pustaka/ Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Nur Indah Sari (2014) dalam penelitiannya yaitu bakteri tanah yang telah di eksplorasi kemampuannya dalam menghasilkan senyawa antimikroba seperti isolat bakteri tanah yang dapat menghasilkan antibiotik dan menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan spesies *Pseudomonas* yang diisolasi dari tanah dapat menghambat pertumbuhan cendawan patogen seperti *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium italicum* dan *Penicillium simplicissimum*.

Soenartiningih, dalam penelitiannya bertujuan untuk menguji efektivitas beberapa cendawan yang bersifat antagonis dalam menghambat perkembangan cendawan *Rhizoctonia solani*, penyebab penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung. Hasil isolasi ditemukan 11 isolat dari empat genus. Untuk menguji reaksi penghambatan terhadap cendawan *Rhizoctonia solani* dilakukan uji kultur ganda dan dari empat genus yang ditemukan ternyata yang paling efektif adalah cendawan antagonis jenis *Trichoderma* yang ditemukan di daerah Tumpang dan Jambagede karena mempunyai daya hambat $< 50\%$, sedangkan jenis *Aspergillus niger*, *Gliocladium*, *Penicillium* mempunyai daya hambat terhadap perkembangan *Rhizoctonia solani* $> 50\%$. Jumlah konidia pada pengamatan sepuluh hari setelah isolasi dari 4 jenis genus ternyata cendawan *Trichoderma* sp mempunyai jumlah

konidia yang tertinggi yaitu 17×10^9 dibandingkan dengan cendawan *Aspergillus niger*, *Gliocladium* sp dan *Penicillium* sp yang jumlah konidianya berturut-turut: 8×10^8 , 11×10^7 , dan 6×10^6 per ml.

Asnawi dalam penelitiannya uji kemampuan antagonis isolat agens biokontrol terhadap *Phytophthora palmivora* Secara *In Vitro* Uji antagonis secara *in vitro* beberapa isolat hasil eksplorasi dilakukan dengan uji isolat ganda (*dual methode*). Isolat *Phytophthora palmivora* dari medium V8 berdiameter 0,5 cm diletakkan pada petri berisi PDA dengan jarak 3 cm dari tepi cawan petri berdiameter 9 cm. Begitu juga dengan isolat cendawan calon agens biokontrol diletakkan dengan jarak 3 cm dari tepi berlawanan arah dengan letak patogen *Phytophthora palmivora*. Untuk bakteri dilakukan dengan cara menggores satu ose isolat memanjang dengan jarak 3 cm dari tepi berlawanan arah dengan letak patogen *Phytophthora palmivora*. Pengamatan dilakukan selama satu minggu dengan melihat ada tidaknya zona bening diantara koloni isolat calon agens antagonis dan *Phytophthora palmivora* tersebut dan menghitung persentase daya hambatnya dengan mengukur jari-jari pertumbuhan dari patogen. Terbentuknya zona hambat menandakan bahwa calon agens biokontrol tersebut kemungkinan memproduksi suatu senyawa antimikrobal baik berupa enzim, toksin maupun antibiotik. Antibiotik merupakan suatu substansi yang dihasilkan oleh organisme hidup yang dalam konsentrasi rendah dapat menghambat atau membunuh organisme lainnya (Imas *et al.*1989). Antibiotik digolongkan sebagai metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroorganisme antagonis dalam jalur metabolisme. Penghambatan calon agens antagonis menunjukkan zona hambat yang jelas seperti yang diungkapkan oleh Maria (2002) bahwa kriteria

keefektifan hasil uji antagonisme secara *in vitro* dalam screening dilihat dari terbentuk atau tidaknya zona hambatan, yaitu zona bening di antara patogen dan calon agens antagonis. Adanya rambatan senyawa antibiotik yang dihasilkan agens antagonis menyebabkan terjadinya penekanan pada pertumbuhan patogen.

E. Tujuan penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan bakteri rizosfer pisang menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Rhizoctonia solani*.

F. Kegunaan penelitian

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah untuk menambah informasi tentang bakteri rizosfer pisang yang dapat menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Rhizoctonia solani*.

BAB II

TINJAUAN TEORETIS

A. Teori Tentang Tanah

Tanah adalah habitat yang sangat kaya akan keragaman mikroorganisme seperti bakteri, aktinomicetes, fungi, protozoa, alga dan virus. Tanah dapat didefinisikan sebagai sistem tiga fase yang terdiri atas padatan, cairan, dan gas. Pada kebanyakan tanah, fase padat terdiri atas partikel mineral yang membentuk kerangka yang padatnya humus atau partikel organik terabsorpsi. Ruangan pori terdapat diantara partikel-partikel fase padat itu. Ruangan pori itu secara bersama-sama diisi oleh cairan dan gas. Fase cairan kebanyakan adalah air dari pepitisasi yang terdapat sebagai lapisan yang mengelilingi partikel fase padat dan menduduki ruangan pori yang lebih kecil. Ruangan pori yang lebih besar terisi oleh gas kecuali tanah dan atmosfer (Hendry, 1994: 1-3).

Tanah merupakan habitat yang ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme termasuk bakteri. Bakteri tanah, terutama rhizobakteria berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Setiap elemen tanah memiliki jenis, populasi dan sifat genetik yang berbeda. Tanah subur mengandung lebih dari 100 juta mikroba per gram tanah. Produktivitas dan daya dukung tanah tergantung pada aktivitas mikroba tersebut. Sebagian besar mikroba memiliki peranan yang menguntungkan bagi pertanian, yaitu berperan dalam menghancurkan limbah organik *recycling* hara tanaman, fiksasi biologis nitrogen, pelarutan fosfat, merangsang pertumbuhan, biokontrol patogen dan

membantu penyerapan unsur hara. Bioteknologi berbasis mikroba dikembangkan dengan memanfaatkan peran-peran penting mikroba tersebut (Waluyo, 2008: 326).

Tanah merupakan studi tentang biota (organisme) yang hidup dan beraktivitas di dalam tanah yang melakukan aktivitas metabolismenya, peranannya dalam aliran energi dan siklus hara berkaitan erat dengan produksi bahan organik primer (Kemas, 2005: 140).

Tanah dapat dipandang sebagai permukaan lahan di atas bumi yang menyediakan substrat bagi kehidupan tumbuhan dan hewan. Ciri-ciri lingkungan tanah bervariasi menurut letak dan iklimnya. Tanah juga memiliki kedalaman, sifat-sifat fisik, komposisi kimiawi dan asal yang berbeda. Ada lima kategori utama unsur tanah, yaitu: partikel mineral, bahan organik, air, gas, dan jasad renik (Irianto, 2002).

Mikrohabitat dalam struktur tanah di setiap tempat seperti dalam tanah, udara maupun air selalu dijumpai mikroba. Umumnya jumlah mikroba dalam tanah lebih banyak daripada dalam air ataupun udara. Umumnya bahan organik dan senyawa anorganik lebih tinggi dalam tanah sehingga cocok untuk pertumbuhan mikroba heterotrof maupun autotrof. Keberadaan mikroba di dalam tanah terutama dipengaruhi oleh sifat kimia dan fisika tanah. Komponen penyusun tanah yang terdiri atas pasir, debu, lempung dan bahan organik maupun bahan lain akan membentuk struktur tanah. Struktur tanah akan menentukan keberadaan oksigen dalam tanah. Dalam hal ini akan terbentuk lingkungan mikro dalam suatu struktur tanah. Mikroba akan membentuk mikrokoloni dalam struktur tanah tersebut, dengan tempat

pertumbuhan yang sesuai dengan sifat mikroba dan lingkungan yang diperlukan (Dwidjoseputro, 1994).

Dalam suatu struktur tanah dapat dijumpai berbagai mikrokoloni seperti mikroba heterotrof pengguna bahan organik maupun bakteri autotrof, dan bakteri aerob maupun anaerob. Untuk kehidupannya, setiap jenis mikroba mempunyai kemampuan untuk merubah satu senyawa menjadi senyawa lain dalam rangka mendapatkan energi dan nutrien. Dengan demikian adanya mikroba dalam tanah menyebabkan terjadinya daur unsur-unsur seperti karbon, nitrogen, fosfor dan unsur lain di alam (Waluyo, 2004).

B. Bakteri Tanah

Mikrobiologi tanah merupakan suatu ilmu yang mempelajari mikroba tanah yang erat hubungannya dengan mikrobiologi pertanian. Produk buangan dari aktivitas manusia dan hewan serta sisa-sisa tanaman seringkali dibuang di tanah. Semua bahan ini pada akhirnya akan diuraikan oleh mikroba tanah dan berubah menjadi partikel yang merupakan bagian dari tanah dan dapat bermanfaat pada tanaman atau pertanian. Penguraian berbagai bahan dari bahan organik kompleks menjadi bahan anorganik yang sederhana dilaksanakan oleh mikroba. Bahan anorganik yang sederhana tersebut merupakan zat hara bagi tanaman. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya aktivitas mikroba tanah dalam kehidupan di alam ini (Brock et al., 2003).

Mikroba adalah mikroorganisme hidup yang berukuran sangat kecil dan hanya dapat diamati dengan menggunakan mikroskop. Mikroorganisme yang tersusun atas satu sel (uniseluler) dan ada yang tersusun atas beberapa sel

(multiseluler). Walaupun mikroorganisme uniseluler hanya tersusun atas satu sel, namun organisme tersebut menunjukkan semua karakteristik organisme hidup yaitu bermetabolisme, bereproduksi, berdiferensiasi, dan melakukan pergerakan (Bibiana, 1994).

Bila tanah dianalisis, akan merupakan campuran yang terdiri dari bahan organik, bahan anorganik, air, udara yang kesemuanya tercampur menjadi satu. Susunan rata-rata atas dasar volume yang dianggap optimal untuk keperluan pertanian, adalah 45% senyawa organik, 25% air, 25% udara, 5% senyawa organik (Suriawiria 1986, 151).

Mikroorganisme tanah berfungsi merubah senyawa kimia didalam tanah, terutama pengubahan senyawa organik yang mengandung karbon, nitrogen, sulfur dan fosfor menjadi senyawa anorganik. Proses ini disebut mineralisasi, didalamnya terlibat sejumlah besar perubahan senyawa kimia serta peranan bermacam-macam spesies mikroba. Rangkaian reaksinya dapat digambarkan sebagai suatu proses siklik yang dapat diawali misalnya dengan suatu unsur nitrogen, yang mengalami sederetan perubahan dari persenyawaan anorganik menjadi organik. Kemudian nitrogen itu dibebaskan dari protein dan proses tersebut berulang kembali. Salah satu proses siklik semacam itu yang dipahami paling baik ialah yang menggambarkan transformasi nitrogen beserta persenyawaannya (Kusnadi et al, 2003: 292-293).

Bakteri tanah mempunyai potensi besar untuk dikembangkan dalam industri bioteknologi. Potensi tersebut berhubungan dengan kemampuan yang dimilikinya seperti amilolitik, proteolitik, lipolitik, antibiosis, selulolitik, dan sebagainya. Potensi

ini dapat dimanfaatkan untuk industri pangan, minuman, obat-obatan dan penanganan limbah. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian-penelitian dan pengembangan untuk menemukan dan mengembangkan potensi-potensi bakteri tanah (Sumarsih, 2003).

Bakteri juga berperan membantu proses pertumbuhan tanaman dengan menyediakan unsur hara, karbohidrat, dan senyawa organik lainnya di dalam tanah yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dan berkembang biak. Peran bakteri dalam pertumbuhan beberapa tanaman dipengaruhi oleh interaksi bakteri dengan tanaman pada daerah rizosfer. Interaksi ini sangat berpengaruh pada kesuburan tanah (Aryantha, 2004).

Rizosfer adalah bagian dari tanah yang dipengaruhi oleh akar tanaman dan merupakan area yang dapat meningkatkan kegiatan dan jumlah organisme, serta adanya interaksi yang kompleks antara mikroorganisme dan akar. Dimana terdapat eksudat yang dikeluarkan akar sebagai nutrisi bagi mikroba itu sendiri. Jenis mikroorganisme di rizosfer sangat melimpah dan jumlahnya berkurang seiring dengan bertambahnya jarak dari akar (Ferfinia, 2010).

Bakteri tanah dapat ditemukan pada suhu rendah maupun suhu panas, baik di udara, tanah, air, dan bersimbiosis pada makhluk hidup seperti manusia, binatang, maupun tanaman. Hingga kini telah dikenal sekitar 1600 spesies bakteri, 200 diantaranya merupakan bakteri patogen penyebab infeksi pada manusia. Ada dua golongan besar bakteri, saprofit (yang hidup dari bahan organik yang sudah mati) dan simbiot (yang hidup dan mendapat makanan dari manusia, hewan, dan tanaman

hidup). Pada manusia bakteri simbiot antara lain ada pada saluran cerna serta kulit, dan terbagi dalam tiga golongan, yaitu mutualistik (membantu dalam proses-proses fisiologis sambil hidup pada tuan rumah), komensalisme (hidup pada tuan rumah tanpa menyebabkan penyakit), dan patogen potensial atau patogen (dapat menyebabkan penyakit bila ketahanan tubuh tuan rumah berkurang, misalnya pada pasca bedah besar atau penyakit berat seperti kanker dan AIDS) (Hafsah, 2011:162).

Rizosfer merupakan daerah yang ideal bagi tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme tanah. Keadaan ini didukung oleh fungsinya, yaitu sebagai penyedia nutrisi dan juga sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme. Beberapa macam nutrisi disekresikan di dalam rizosfer yang sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan di dalam tanah. Beberapa bakteri penyedia hara yang terdapat pada rizosfer akar disebut sebagai rizobakteri pemacu tanaman atau dikenal sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) (Bashan, 1998).

Akar tanaman merupakan habitat yang baik bagi pertumbuhan mikroba. Interaksi antara bakteri dan akar tanaman akan meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi keduanya. Permukaan akar tanaman disebut rhizoplane. Sedangkan rizosfer adalah selapis tanah yang menyelimuti permukaan akar tanaman yang masih dipengaruhi oleh aktivitas akar. Tebal tipisnya lapisan rizosfer antar setiap tanaman berbeda. Rizosfer merupakan habitat yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroba oleh karena akar tanaman menyediakan berbagai bahan organik yang umumnya menstimulir pertumbuhan mikroba. Bahan organik yang dikeluarkan oleh akar dapat berupa eksudat akar, bahan yang dikeluarkan dari aktivitas sel akar hidup seperti

gula, asam amino, asam organik, asam lemak dan sterol, faktor tumbuh, nukleotida, flavonon, enzim, dan miscellaneous. Sekresi akar, bahan yang dipompakan secara aktif keluar dari akar. Lisat akar, bahan yang dikeluarkan secara pasif saat autolisis sel akar. Musigel, bahan sekresi akar, sisa sel epidermis, sel tudung akar yang bercampur dengan sisa sel mikroba, produk metabolit, koloid organik dan koloid anorganik (Husen, 2008).

Enzim utama yang dihasilkan oleh akar adalah oksidoreduktase, hidrolase, liase, dan transferase. Sedang enzim yang dihasilkan oleh mikroba di rizosfer adalah selulase, dehidrogenase, urease, fosfatase dan sulfatase. Dengan adanya berbagai senyawa yang menstimulir pertumbuhan mikroba, menyebabkan jumlah mikroba di lingkungan rizosfer sangat tinggi. Perbandingan jumlah mikroba dalam rizosfer (R) dengan tanah bukan rizosfer (S) yang disebut nisbah R/S, sering digunakan sebagai indeks kesuburan tanah. Semakin subur tanah, maka indeks R/S semakin kecil, yang menandakan nutrisi dalam tanah bukan rizosfer juga tercukupi (subur). Sebaliknya semakin tidak subur tanah, maka indeks R/S semakin besar, yang menandakan nutrisi cukup hanya di lingkungan rizosfer yang berasal dari bahan organik yang dikeluarkan akar, sedangkan di tanah non rizosfer nutrisi tidak mencukupi (tidak subur). Nilai R/S umumnya berkisar antara 5-20 (Ferfinia, 2010).

Mikroba rizosfer dapat memberi keuntungan bagi tanaman, oleh karena mikroba dapat melarutkan dan menyediakan mineral seperti N, P, Fe dan unsur lain. Mikroba dapat menghasilkan vitamin, asam amino, auxin dan giberelin yang dapat menstimulir pertumbuhan tanaman. Mikroba menguntungkan akan menghambat

pertumbuhan bakteri lain yang patogenik dengan menghasilkan antibiotik. *Pseudomonadaceae* merupakan kelompok bakteri rizosfer (*rhizobacteria*) yang dapat menghasilkan senyawa yang dapat menstimulir pertumbuhan tanaman. Contoh spesies yang telah banyak diteliti dapat merangsang pertumbuhan tanaman adalah *Pseudomonas fluorescens* (Suharti, 1972).

Rhizobium merupakan Gram negatif yang bersifat aerob tidak membentuk spora, berbentuk batang dengan ukuran sekitar 0,5-0,9 μm x 1,2-3 μm . Bakteri termasuk dalam family *Rhizobiaceae*. Bakteri ini banyak terdapat pada perakaran (rizosfer) tanaman legum dan membentuk hubungan simbiotik dengan inang khusus. Perlekatan *Rhizobium* pada rambut akar dapat terjadi karena permukaan *Rhizobium* dan *Bradyrhizobium* terdapat suatu protein perlekatan (*adhesin*) yang disebut dengan *rhicadhesin*. *Rhicadhesin* merupakan suatu protein pengikat kalsium yang berfungsi dalam pengikatan kompleks kalsium pada permukaan rambut akar. Di samping itu juga terdapat senyawa lain yang berperan dalam pengikatan bakteri yaitu *Lectin* (*phytoagglutinin*) yang merupakan protein yang mengandung karbohidrat. *Lectin* terdapat pada permukaan sel bakteri *Rhizobium/Bradyrhizobium* maupun ujung rambut akar, meskipun peranan *lectin* dalam proses pengenalan dan pengikatan tidak lebih penting dari peranan *rhicadhesin* (Tjittrosomo, 1984).

Beberapa jenis bakteri, baik rizosfer maupun endofit perakaran tanaman, dilaporkan banyak memiliki kemampuan sebagai agensia antagonis. Salah satu indikator yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi bakteri sebagai agensia antagonis adalah dengan melihat karakter fisiologisnya. Beberapa karakter

fisiologis yang dapat digunakan di antaranya kemampuan bakteri menghasilkan enzim ekstraseluler (kitinase, protease, dan selulase), hidrogen sianida (HCN), pelarut fosfat, dan aktivitas fluoresensi (Munif 2000).

Bakteri rizosfer tanaman famili Graminae juga dilaporkan memiliki kemampuan meningkatkan pertumbuhan tanaman *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR)) di antaranya *Bacillus pumilus*, *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. circulans*, *B. megaterium*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *P. fluorescens* (Waksman, 1952).

C. Karakterisasi Bakteri Tanah

Tanah mengandung berbagai macam populasi mikroorganisme yang tersusun atas kelompok-kelompok yang spesifik. Berbagai kelompok mikroorganisme yang berbeda ini ada yang bersifat antagonistik terhadap kelompok lain tetapi ada pula yang saling berasosiasi yang dapat berpengaruh terhadap kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. Kesuburan tanah dan tanaman mempengaruhi hasil produksi pertanian. Untuk meningkatkan produksi pertanian masih terdapat banyak kendala dalam kesuburan tanah terutama ketersediaan unsur hara esensial dalam tanah. Kekurangan fosfor (P) merupakan salah satu kendala utama dalam produksi pertanian di Indonesia. Masalah penting dari pupuk fosfor adalah efisiensi yang rendah karena fiksasi fosfor yang cukup tinggi pada tanah terutama tanah masam. Salah satu upaya dalam mengatasi ketersediaan fosfor pada tanah terutama tanah masam adalah pemanfaatan mikroorganisme (Irianto, 2007: 140).

Beberapa organisme merombak protein menjadi peptida yang kemudian diuraikan menjadi asam-asam amino. Banyak mikroorganisme mempunyai kemampuan merombak asam amino disertai dengan pembebasan ammonium melalui proses *amonifikasi*. Amoniak dapat dioksidasi menjadi nitrit oleh bakteri kemoautotrof dari genus *Nitromonas*, dan *Nitrioksida* menjadi nitrat oleh *Nitrobacter* proses yang terjadi dari reaksi ini disebut nitrifikasi. Kedua proses ini menghasilkan energi yang digunakan untuk mereduksi karbondioksida menjadi karbohidrat Denitrifikasi adalah pengubahan nitrat menjadi gas nitrogen atau nitritoksida mengakibatkan hilangnya nitrogen dari tanah (Shehata, 2008).

Mikroba tanah dapat menguntungkan bila kehadirannya berperan dalam siklus mineral, fiksasi nitrogen, perombakan residu pestisida, proses humifikasi, proses penyeburan tanah, perombakan limbah berbahaya, biodegradasi, bioremediasi, mineralisasi, dekomposisi, dan lain-lain. Mikroba tanah dapat juga merugikan bila kehadirannya berperan dalam proses denitrifikasi, sebagai jasad penyebab penyakit, dan sebagai jasad pengurai pupuk yang tidak diharapkan (Waluyo 2008, 325)

Peranan mikroba, khususnya bakteri yang hidup bersimbiosis dan yang hidup non simbiosis dalam tanah berperan dalam memfiksasi atau menambatkan nitrogen dari udara. Hal ini memiliki nilai penting dalam pertanian. Bahkan beberapa jenis kacang-kacangan, misalnya kacang tanah dan kedelai sengaja dilakukan penambahan secara buatan bakteri *Rhizobium* dalam bentuk inokulum. Pemberian inokulum ini agar tanaman membentuk nodula (bintil) yang efektif. Hal ini berakibat bukan saja terhadap tanaman sebagai pupuk nitrogen, tetapi tanah bekas tanaman tersebut dapat

dipergunakan oleh tanaman lain tanpa tambahan pupuk nitrogen. Bahkan, sekarang telah diketahui bahwa bakteri *Rhizobium* berperan juga sebagai bakteri pemecah atau pengurai sisa pestisida didalam tanah. Berarti bahwa bakteri *Rhizobium* berperan sebagai jasad pengontrol pencemaran tanah akibat kelebihan penambahan pestisida (Waluyo 2008, 326).

D. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR)

Salah satu mikroorganisme yang menguntungkan tanaman adalah bakteri yang mengkolonisasi akar atau tanah rizosfer tanaman. Bakteri ini disebut sebagai PGPR. *Plant growth-promoting rhizobacteria* (PGPR) juga menjelaskan bakteri tanah yang mengkolonisasi akar tanaman setelah inokulasi melalui benih, dan bakteri ini dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Akibat proses kolonisasi adalah mikroba memperbanyak diri di spermosfer karena adanya eksudat benih, mikroba menempel di permukaan akar, dan mikorba mengkolonisasi sistem akar yang sedang tumbuh. Alternatif pengendalian yang lebih aman adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen biokontrol (Wahyudi, 2009).

Penggunaan rizobakteri pemacu pertumbuhan atau *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) sebagai pupuk hayati merupakan satu sumbangan bioteknologi dalam usaha meningkatkan produktivitas tanaman. Hal tersebut dicapai dengan mobilisasi hara, produksi hormon tumbuh, fiksasi nitrogen atau pengaktifan mekanisme ketahanan terhadap penyakit (Wei *et al.*, 1996).

Mikroorganisme yang sudah banyak dilaporkan mampu sebagai agen biokontrol adalah kelompok *Plant Growth Promoting Rizobakteria* (rhizobakteria

pemacu pertumbuhan tanaman) dan dikenal sebagai PGPR. PGPR merupakan kelompok bakteri yang heterogen yang ditemukan dalam kompleks rizosfer, pada permukaan akar dan berasosiasi dalam akar, yang dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman secara langsung ataupun tidak langsung (Glick, 2004).

Kemampuan rizobakteria dalam menginduksi ketahanan tanaman bervariasi dan terlihat kecenderungan isolat yang efektif mengendalikan penyakit tanaman adalah yang berasal dari rizoplan tanaman yang bersangkutan (*indigenus*). Pengendalian penyakit tanaman dengan menggunakan rizobakteria merupakan salah satu alternatif pengendalian yang ramah lingkungan, berkesinambungan dan dapat diintegrasikan dalam program pengendalian hama terpadu. Peningkatan ketahanan tanaman terhadap patogen menggunakan rizobakteria dapat merupakan suatu alternatif dalam pengendalian patogen. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Pseudomonas fluorescens* yang berasal dari bakteri rizobakteria dapat mengendalikan penyakit darah pada pisang yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* penyakit karat pada daun kopi yang disebabkan oleh *Hemileia vastatrix* dan penyakit hawar bakteri pada kapas yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* (Lay, 1994).

Menekan serangan dan perkembangbiakan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* sp) pada tanaman tomat. Rizobakteria dari beberapa genus seperti *Pseudomonas*, *Bacillus* dan *Azospirillum*, dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, menguraikan dinding sel patogen, dan menghambat

pertumbuhan patogen dengan menghasilkan senyawa antimikroba seperti siderofor (Habazar, 1989).

Bakteri yang mendukung pertumbuhan tanaman secara tidak langsung memproduksi senyawa antagonis berupa siderofor atau menginduksi sistem pertahanan tanaman terhadap patogen. Rizobakteria juga dapat berperan sebagai PGPR dengan menyediakan nutrisi tertentu bagi tanaman (Radji, 2005).

Mekanisme PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman belum sepenuhnya dipahami. Namun, para peneliti telah melaporkan bahwa mekanisme PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan di antaranya meningkatkan penyerapan air dan unsur hara tanaman, fiksasi nitrogen, menghasilkan hormon tumbuh, menghasilkan *Aminocyclopropane-1- carboxylate deaminase* (ACC-deaminase), fosfat, menghasilkan antibiotik yang dapat digunakan untuk menekan pertumbuhan patogen tanaman dan menginduksi ketahanan tanaman secara sistemik (Suryadi, 2008).

Mikroorganisme antagonis yang hidup di daerah rizosfer memiliki potensi sebagai agens pengendalian hayati. Salah satu mikroorganisme antagonis yang dapat digunakan ialah bakteri yang memiliki sifat antagonis terhadap pertumbuhan patogen. Beberapa genus bakteri yang berpotensi sebagai agens pengendali hayati yaitu *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Rhizobium*, *Flavobacterium*, *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Serratia*, *Streptomyces*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Herbaspirillum* dan *Pseudomonas* (Nasahi, 2010).

Mikroorganisme lebih banyak terdapat di daerah rizosfer, hal ini dikarenakan mikroorganisme tersebut memerlukan nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. Bakteri dapat berasosiasi dengan akar tanaman, serta memiliki kemampuan dalam merangsang pertumbuhan tanaman dan melindungi tanaman dari serangan patogen penyebab penyakit dengan cara menghambat pertumbuhan patogen. Bakteri dapat menghambat pertumbuhan cendawan melalui sintesis senyawa antifungi dan aktivitas degradasi kitin, yang mana kitin merupakan komponen utama dalam penyusun dinding sel jamur (Khalid, 2004).

E. Karakteristik Fisiologis Dari Genus Bakteri Rizosfer Pisang

Genus *Corynebacterium*, genus ini memiliki bentuk sel basil (batang), bersifat gram positif dan tidak memiliki endospora. Genus ini umumnya aerobik, katalase positif dan tidak menghasilkan gelatin, tetapi dapat menghasilkan nitrit dari nitrat. Sangat jarang memfermentasi gula, jika ada hanya ditemukan pada derajat keasaman tinggi yang dihasilkan. Spesies *Corynebacterium* telah digunakan dalam memproduksi berbagai asam amino termasuk asam glutamat, suatu aditif makanan populer yang dibuat pada tingkat 1,5 juta ton / tahun oleh *Corynebacterium*. Jalur metabolik *Corynebacterium* telah lebih dimanipulasi untuk menghasilkan lisin dan treonin (Pelczar, 1986).

Genus *Klebsiella*, genus ini termasuk gram negatif, berbentuk panjang atau pendek yang bersifat fakultatif anaerob. Bakteri *Klebsiella* berbentuk basil atau batang, tidak memiliki spora, tidak bergerak dan memiliki kapsul. Bakteri ini berukuran 0,5- 1,5 x 1- 2 mikron. Mempunyai selubung yang lebarnya 2- 3 kali

ukuran kuman. Sejumlah karbohidrat dapat difermentasi. Dapat menghasilkan nitrit yang dihasilkan dari nitrat. Aerobik, tumbuh baik pada media kultur biasa. *Klebsiella* tergolong bakteri yang tidak dapat melakukan pergerakan (non motil). *Klebsiella* dapat memfermentasikan laktosa. Sering ditemui dalam pernafasan, usus, dan saluran urogenital manusia, namun organisme ini dapat diisolasi dari berbagai hewan dan tanah (Volk, 1988).

Genus *Enterobacter*, genus ini memiliki ciri-ciri Gram negatif, anaerob fakultatif, berbentuk batang, tidak memiliki spora. Bakteri ini termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. *Enterobacter* merupakan patogen nosokomial yang menjadi penyebab berbagai macam infeksi termasuk bakteremia, infeksi saluran pernapasan bagian bawah, infeksi kulit dan jaringan lunak, infeksi saluran kemih, infeksi dalam perut, radang jantung, radang sendi, *osteomyelitis*, dan infeksi mata, sehingga cukup berbahaya bagi kesehatan. Genus ini bersifat motil (bergerak), memiliki flagela peritrikus. Beberapa genus *Enterobacter* memfermentasi glukosa dan laktosa sebagai sumber karbon (Waluyo, 2008).

Genus *Bacillus*, bakteri ini merupakan bakteri Gram positif, berbentuk batang, motil, menghasilkan spora yang biasanya resisten pada panas, bersifat aerob (beberapa spesies bersifat anaerob fakultatif), katalase positif, dan oksidasi bervariasi. Tiap spesies berbeda dalam penggunaan gula, sebagian melakukan fermentasi dan sebagian tidak. genus *Bacillus* mempunyai sifat fisiologis yang menarik karena tiap-tiap jenis mempunyai kemampuan yang berbeda-beda, diantaranya mampu mengdegradasi senyawa organik seperti protein, pati, selulosa, hidrokarbon dan agar,

mampu menghasilkan antibiotik, berperan dalam nitrifikasi dan denitrifikasi, pengikat nitrogen (Brown, 2007).

Genus *Micrococcus*, memiliki ciri-ciri berbentuk bulat tersusun seperti buah anggur, Gram positif, tidak berspora, tidak motil, fakultatif anaerob. Katalase positif dan oksidase negatif. Dapat mengubah nitrat dari nitrit. *Micrococcus* adalah genus dari bakteri dalam keluarga *Micrococcaceae*. *Micrococcus* terdapat dalam berbagai lingkungan, termasuk air, debu, dan tanah. Katalase positif, oksidase positif, negatif negatif dan sitrat indole. *Micrococcus* memiliki dinding sel yang cukup besar, yang dapat terdiri dari sebanyak 50% dari massa sel. Genom *Micrococcus* kaya guanin dan sitosin (GC), biasanya menunjukkan 65-75% GC-konten. *Micrococci* sering membawa plasmid (mulai dari 1 sampai 100 MDA dalam ukuran) yang menyediakan organisme dengan sifat-sifat yang bermanfaat (Dwidjoseputro, 1994).

Genus *Mycobacterium*, memiliki bentuk sel basil (batang). Bersifat Gram positif. Dan tidak memiliki endospora. Dapat memfermentasi glukosa, bersifat motil. Genus ini mempunyai karakteristik unik karena dinding selnya kaya akan lipid dan lapisan tebal peptidoglikan yang mengandung arabinogalaktan, lipoarabinomanan dan asam mikolat. Asam mikolat tidak biasa dijumpai pada bakteri dan hanya dijumpai pada dinding sel *Mycobacterium* dan *Corynebacterium* (Volk, 1988).

Genus *Staphylococcus*, memiliki ciri-ciri bentuk sel *coccus* (bulat), bersifat Gram positif dan tidak memiliki spora, bersifat non motil (bergerak). Bakteri *Staphylococcus* mudah tumbuh pada berbagai macam-macam media, bermetabolisme aktif dengan meragikan karbohidrat dan menghasilkan pigmen yang bervariasi mulai

dari pigmen berwarna putih sampai kuning tua. Bakteri *Staphylococcus* sebagian menjadi anggota flora normal kulit dan selaput lendir pada manusia, sebagian lagi menjadi bakteri patogen yang menyebabkan bermacam-macam penyakit atau gangguan dalam tubuh seperti radang bernanah, sampai sepsis yang bisa berakibat fatal. Sehingga bakteri ini dapat menyebabkan hemolisis yaitu pemecahan sel-sel darah, menggumpalkan plasma karena sifat koagulasenya, dan menghasilkan berbagai macam enzim-enzim yang dapat merusak sistem imun dan kandungan toksin pada bakteri tersebut yang bersifat destruktif (Lehninger, 1995).

F. Cendawan Patogen

Cendawan adalah organisme heterotrofik, sehingga mereka memerlukan senyawa organik untuk nutrisinya. Bila hidup dari benda organik yang terlarut, disebut saprofit. Beberapa cendawan, meskipun saprofit dapat juga menyerang inang yang hidup lalu tumbuh sebagai parasit. Cendawan dapat menimbulkan penyakit pada tumbuhan dan hewan termasuk manusia. Salah satu penyakit yang dapat ditimbulkan oleh cendawan pada tanaman adalah penyakit lodoh (*damping-off*) (Suharti (1972).

Berbagai cendawan tanah yang dapat menimbulkan penyakit lodoh atau *damping-off* adalah *Rhizoctonia* sp, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp. Dan *Pythium* sp. Karena ukuran cendawan yang kecil, maka keterangan yang dapat diperoleh tentang sifat-sifatnya dari pemeriksaan terhadap individu itu terbatas, oleh karena itu ada dua tahap kerja yang dapat dipergunakan yaitu isolasi atau pemisahan mikroorganisme yang khusus dari populasi campuran yang terdapat di alam dan

pembiakan atau penumbuhan populasi mikroba di lingkungan buatan (media biakan) di laboratorium (Stanier *et al.*, 1982).

Di alam banyak cendawan yang sebenarnya tidak potensial untuk menimbulkan penyakit, tetapi mereka dapat menjadi masalah dalam budidaya karena cendawan tersebut dapat memanfaatkan kondisi lingkungan yang ada, sehingga potensi inokulumnya menjadi lebih tinggi. Kapang *Rhizoctonia solani* merupakan jamur polifag dan umum terdapat dalam tanah. Biasanya jamur menyerang tumbuhan yang masih muda, menyebabkan penyakit rebah semai. Pada waktu pagi di sekitar tanaman terdapat benang- benang seperti rumah laba-laba dengan tetes-tetes embun yang bergantung. Kapang *Rhizoctonia solani* sering menyerang daun-daun di dekat tanah, menyebabkan hawar daun atau bercak daun yang lebar. Di daerah beriklim sedang diketahui bahwa jamur membentuk basidiospora dan di determinasi sebagai *Corticium vagum*, kemudian sebagai *Thanatephorus cucumeris* (Semangun, 1996).

Pada masa pertumbuhannya, semua bagian tanaman jagung tidak lepas dari serangan organisme pengganggu, termasuk penyakit. Salah satu penyakit yang beberapa tahun terakhir menjadi ancaman pada tanaman jagung adalah penyakit busuk pelepah (*banded leaf and sheath blight* = BLSB) yang disebabkan oleh cendawan *Rhizoctonia solani*. Serangan BLSB makin meluas dan secara ekonomis menjadi penyakit yang mengancam tanaman jagung di beberapa Negara Asia dan sejumlah negara di dunia Penggunaan fungisida untuk mengendalikan penyakit ini sangat terbatas dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Di sisi lain, pengendalian

dengan menggunakan varietas tahan masih kurang karena terbatasnya sumber genetik inang yang tahan terhadap *Rhizoctonia solani* (Smith, 2003).

Cendawan *Rhizoctonia solani* cocok pada kondisi panas dan lembap. Cendawan ini juga menyebabkan busuk benih (*seed rot*) dan busuk bibit (*seedling blight*) pada tanaman jagung. Busuk benih terjadi sebelum benih tumbuh. Pada fase ini benih menjadi lunak dan berwarna coklat. Busuk bibit dapat menyerang baik pada fase pratumuh maupun pada saat benih tumbuh, tetapi bibit mati sebelum muncul ke atas permukaan tanah. Serangan dapat juga terjadi pada pascatumuh, yaitu pada saat benih tumbuh sebelum gejala serangan berkembang. Serangan pada fase pratumuh menyebabkan koleoptil dan sistem perakaran berwarna coklat dan tampak basah dan busuk, sedangkan serangan pascatumuh mengakibatkan tanaman berwarna kuning, layu, dan mati . (Sweets, 2000).

Secara umum, pertumbuhan *Rhizoctonia solani* berlangsung sangat cepat. Satu isolat dapat tumbuh menutupi cawan petri ukuran 90 mm dalam tiga hari. Cendawan ini dapat hidup selama beberapa tahun dengan memproduksi sklerotia di tanah dan jaringan tanaman. Beberapa *Rhizoctonia solani* yang bersifat patogen terhadap padi memiliki kemampuan untuk memproduksi sklerotia yang berdinding luar tebal, sehingga mampu terapung dan bertahan hidup di air. *Rhizoctonia solani* juga bertahan hidup sebagai miselium dengan cara saprofit, yakni mengkolonisasi bahan-bahan organik tanah khususnya sebagai hasil aktivitas patogen tanaman. Sklerotia atau miselia yang berada di tanah atau jaringan tanaman tumbuh dan membentuk hifa yang dapat menyerang beberapa jenis tanaman. Patogen ini sangat

cocok dengan keadaan struktur tanah yang kurang baik dan kelembapan tanah yang tinggi menggambarkan bagaimana *Rhizoctonia solani* menyerang tanaman (Ceresini 1999).

Patogen ini tertarik pada tanaman karena senyawa kimia stimulan yang dilepaskan oleh tanaman. Hifa cendawan bergerak ke arah tanaman dan melekat pada permukaan luar tanaman. Setelah melekat, cendawan terus berkembang pada permukaan luar tanaman dan menyebabkan penyakit dengan membentuk apresorium atau *infection cushion* dan melakukan penetrasi ke dalam sel tanaman. Proses infeksi didukung oleh produksi berbagai enzim ekstraseluler yang mendegradasi berbagai komponen dinding sel tanaman, seperti selulosa, kutin, dan pektin. Seiring dengan matinya sel tanaman oleh cendawan tersebut, hifa melanjutkan pertumbuhannya dan menyerang jaringan mati, sering kali juga membentuk sklerotia. Inokulum baru dihasilkan pada atau di dalam jaringan inang, dan siklus baru berulang jika substrat baru tersedia (Bruehl, G. W. 1987).

Cendawan *Rhizoctonia solani* terdiri atas banyak ras patogen yang berbeda dalam hal inang dan jaringan tanaman yang diserang. Beberapa ras menyerang satu jenis tanaman, sedangkan ras yang lain menyerang beragam family. Sebagai contoh, ras yang menyerang kentang tidak menyerang tanaman *crusifera*, begitu pula sebaliknya. Ras yang menyerang tanaman sereal berbeda dengan ras yang menyebabkan penyakit pada tanaman leguminosa dan sayuran. Ras yang berbeda juga menyebabkan gejala serangan yang berbeda pada inang yang sama. Populasi *Rhizoctonia solani* di lapangan bervariasi dalam hal patogenitasnya. Ras virulen

ringan terdapat pada perakaran gulma yang mungkin merupakan sumber ras virulen bagi tanaman lain. Variasi ini dapat terjadi dengan cara percabangan dan anastomosis hifa multinukleat (Baker, 1970).

Siklus hidup *Rhizoctonia solani* mempunyai dua siklus hidup, yaitu siklus hidup tingkat imperfek dan tingkat perfect. Pada tingkat imperfek, *Rhizoctonia solani* hanya membentuk miselia dan sklerotia. Pada tingkat perfek (*Thanatephorus cucuimeris*) menghasilkan basidiospora yang dibentuk dalam basidium. Pada tingkat perfek basidium mengalami peleburan (*anastomosis*), kemudian dilanjutkan dengan fertilisasi sehingga akan terbentuk miselium dikarotik ($n + n$). Miselium tersebut terus berkembang dan akan membentuk zigot yang menghasilkan empat buah basidiospora masing-masing berinti haploid (n) (Agrios, 1996).

Gejala penyakit yang ditimbulkan oleh *Rhizoctonia Solani* Penyakit yang ditimbulkan oleh *Rhizoctonia solani* disebut dengan hawar. Umumnya *Rhizoctonia solani* menyerang tanaman padi, sehingga disebut dengan hawar padi. Gejala penyakit hawar padi adalah sebagai berikut, timbul bercak pada pelepah daun terutama terdapat pada selubung daun. Bila kondisi lembab bercak tersebut dapat terjadi di daun. Awalnya bercak tampak coklat kemerahan lalu menjadi putih kelabu dengan pinggiran berwarna coklat. Bercak berbentuk bulat lonjong dan akhirnya menyebar secara meluas. Ukuran bercak dapat mencapai panjang 2-3 cm. Pada kondisi yang memungkinkan untuk perkembangan penyakit tersebut, pelepah daun dapat menjadi busuk sehingga mempengaruhi pembentukan biji (bila serangan terjadi sebelum bulir berisi) dan menyebabkan tanaman mati. Biasanya gumpalan benang-

benang jamur dapat dijumpai pada pelepah yang terinfeksi hawar (Harahap & Tjahjono, 1992).

Siklus Penyakit kapang *Rhizoctonia solani* dikenal sebagai patogen yang dapat bertahan hidup dalam tanah (*soil-borne*) dalam bentuk sklerotia atau miselia. Pada tanah kering sklerotia *Rhizoctonia solani* dapat bertahan selama 21 bulan dan pada tanah basah sklerotia jamur ini dapat bertahan hidup selama 130 hari sedangkan bila pada tanah yang ketersediaan airnya berada di kedalaman sekitar 7 cm dari permukaan tanah dapat bertahan hidup hingga 224 hari (Iriani, 1995).

Jamur *Rhizoctonia solani* bertahan pada bagian tanaman seperti biji dan umbi. Jamur juga dapat terbawa oleh benih (*seed borne*). Pada kondisi yang mendukung perkembangbiakan penyakit, sklerotia atau miselia steril dari *Rhizoctonia solani* mampu berinteraksi dengan tanaman inang. Bila patogen tersebut berhasil masuk ke dalam jaringan tanaman inang dan berkembang biak akan menyebabkan proses fisiologi tanaman inang terganggu. Setelah melakukan infeksi, patogen ini akan segera menyebar keseluruh bagian tanaman dan bertahan hidup pada tempat yang sama dalam waktu yang lama (Agrios, 1996).

Penyakit pada tanaman dapat disebabkan oleh cendawan, bakteri, organisme mirip mikoplasma (*micoplasma-like organism*), dan virus. Salah satu penyakit yang disebabkan oleh cendawan adalah penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium* sp. Adanya serangan cendawan ini menjadikan salah satu faktor pembatas yang menyebabkan terjadinya penurunan produksi cabai merah. Penyebaran cendawan *Fusarium* sangat cepat dan dapat menyebar ke tanaman lain

dengan cara menginfeksi akar tanaman dengan menggunakan tabung kecambah atau miselium. Akar tanaman dapat terinfeksi langsung melalui jaringan akar, atau melalui akar lateral dan melalui luka-luka, yang kemudian menetap dan berkembang di berkas pembuluh. Setelah memasuki akar tanaman, miselium akan berkembang hingga mencapai jaringan korteks akar. Pada saat miselium cendawan mencapai xylem, maka miselium ini akan berkembang hingga menginfeksi pembuluh xylem. Miselium yang telah menginfeksi pembuluh xylem, akan terbawa ke bagian lain tanaman sehingga mengganggu peredaran nutrisi dan air pada tanaman yang menyebabkan tanaman menjadi layu. Cendawan *Fusarium* tersebut membentuk polipeptida, yang disebut likomarasmin yang dapat mengganggu permeabilitas membran plasma dari tanaman (Downing, 2000).

Setelah jaringan pembuluh mati dan keadaan udara lembab, cendawan membentuk spora yang berwarna putih keunguan pada akar yang terinfeksi. Penyebaran dapat terjadi melalui angin, air pengairan dan alat pertanian. Layu total dapat terjadi antara 2–3 minggu setelah terinfeksi. Tanaman biasanya layu mulai dari daun bagian bawah dan anak tulang daun menguning. Bila infeksi berkembang, tanaman menjadi layu dalam 2–3 hari setelah infeksi. Jika tanaman sakit dipotong dekat pangkal batang akan terlihat gejala cincin coklat dari berkas pembuluh. Warna jaringan akar dan batang menjadi coklat. Tempat luka infeksi tertutup hifa yang berwarna putih seperti kapas (Desnurvia, 1990).

Salah satu tanaman hortikultura yang diserang oleh *Fusarium* sp adalah tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.). Pada tanaman cabai merah, serangan

ini mempunyai arti ekonomi yang sangat penting dan menjadi salah satu pembatas terjadinya penurunan produksi cabai merah di daerah Boyolali. Berbagai upaya pengendalian patogen penyebab layu ini telah dilakukan, seperti penggunaan bibit sehat hingga penggunaan fungisida tetapi kurang memberikan hasil yang memuaskan. (Agrios, 1996).

Populasi patogen dapat bertahan secara alami di dalam tanah dan pada akar-akar tanaman sakit. Apabila terdapat tanaman peka, melalui akar yang luka dapat segera menimbulkan infeksi. Sehingga perkembangan klamidospora dirangsang oleh keadaan akar tanaman yang lemah, pelukaan pada akar akan memproduksi zat-zat (seperti asam amino, gulamin) yang dapat mendorong pertumbuhan spora. Selain itu penyebaran cendawan yang luas secara alami dapat disebabkan oleh adanya curah hujan dan angin, selain oleh bantuan bibit atau partikel tanah. Adanya curah hujan yang tinggi akan membantu sebaran cendawan patogen tular tanah ke daerah lain yang lebih jauh, baik karena percikan maupun ikut aliran air. Jamur *Fusarium* sp membentuk sporangium yang berperan di dalam sebaran patogen karena hujan, selain karena angin (Stover, 1962).

Cendawan mengadakan infeksi pada akar terutama melalui luka-luka. Bila luka telah menutup, patogen berkembang sebentar dalam jaringan parenkim, lalu menetap dan berkembang dalam berkas pembuluh. Inokulum patogen dapat masuk melalui akar dengan penetrasi langsung atau melalui luka. Di dalam jaringan tanaman, patogen dapat berkembang secara interseluler maupun intraseluler. Klamidospora dapat berkecambah bila ada rangsangan eksudat akar yang

mengandung gula dan asam amino, juga dapat dirangsang dengan penambahan residu tanaman ke dalam tanah (Susanna, 2000).

G. Penyakit Tanaman Yang Disebabkan Oleh Cendawan

Penyakit lodoh disebabkan oleh serangan jamur patogen ganas *Phytophthora infestans* ini dapat menurunkan produksi kentang hingga 90% dari total produksi kentang dalam waktu yang amat singkat. Sampai saat ini kapang patogen penyebab penyakit busuk batang dan daun tanaman kentang tersebut masih merupakan masalah krusial dan belum ada varietas kentang yang benar-benar tahan terhadap penyakit tersebut (Cholil, 1991).

Penyakit busuk daun/ batang (*late blight*) tanaman kentang sangat berpotensi terjadi pada daerah dingin dan lembab karena kapang patogen yang menyebabkannya mudah tumbuh dan berkembang baik pada kondisi dingin. Penyebab penyakit busuk daun ini adalah kapang patogen *Phytophthora infestans*. Kapang dapat menyerang daun, batang, juga umbi di dalam tanah. Kapang patogen *Phytophthora infestans* bukan merupakan kapang asli tanah, namun biasa menyerang organ-organ tanaman kentang di dalam tanah dan di atas tanah (daun, batang, cabang, akar dan umbi) (Djafaruddin, 2000).

Penyebaran spora kapang patogen melalui angin, air atau serangga. Jika spora sampai ke daun basah, ia akan berkecambah dengan mengeluarkan zoospora atau langsung membentuk tabung kecambah, kemudian masuk ke bagian tanaman, dan akhirnya terjadi infeksi. Spora yang jatuh ke tanah akan menginfeksi umbi, dan pembusukannya bisa terjadi di dalam tanah atau di tempat penyimpanan. Kasus

penyakit busuk daun biasanya sering terjadi di daerah dataran tinggi yang bersuhu rendah dengan kelembaban tinggi (Alexopoulos, et al., 1996).

Gejala pada daun berupa hawar (*blight*) atau bercak berwarna abu-abu yang berukuran besar dengan bagian tengahnya agak gelap dan agak basah. Gejala serangan pada leher akar dan akar berupa busuk berwarna hitam. Serangan pada umbi berupa busuk basah umbi yang berwarna abu-abu atau hitam. Apabila umbi diinkubasikan dalam temperatur 15 – 20°C, akan muncul konidia yang dibentuk dalam jumlah banyak, berupa tepung berwarna keabuan (Cholil, 1991).

Penyakit Blas (*Blast Disease*) Sampai saat ini penyakit blas (*blast disease*), disebabkan oleh cendawan *Pyricularia oryzae* merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman padi. Serangan cendawan *Pyricularia oryzae* pada fase vegetatif menyebabkan gejala blas daun (*leaf blast*) sedangkan pada fase generatif menyebabkan busuk leher malai (*neck blast*) sehingga bulir padi menjadi hampa. Serangan cendawan *Pyricularia oryzae* pada fase vegetatif menyebabkan blas daun (*leaf blast*). Ciri-ciri gejala penyakit blas pada daun adalah timbulnya bercak berbentuk belah ketupat dengan ujung yang meruncing. Bercak yang sudah berkembang, bagian tepinya akan berwarna coklat dan bagian tengahnya berwarna putih keabu-abuan. Bercak tersebut akan terus meluas pada varietas tanaman padi yang rentan. Bercak tersebut dikelilingi oleh warna kuning pucat 7 (halo area), terutama pada lingkungan yang kondusif seperti keadaan yang lembab (Rukmana, 1997).

Penyakit hawar pelepah daun disebabkan oleh cendawan *Rhizoctonia solani*. Miselium cendawan ini mempunyai lebar 6-10 μm dan mempunyai percabangan yang membentuk sudut runcing. Hifanya bersel pendek dan mempunyai percabangan. Cendawan *Rhizoctonia solani* berkembang baik pada kelembaban optimum 96% dan suhu optimum 30-32°C. Cendawan ini dapat membentuk sklerotium yang bentuknya tidak teratur, sedangkan badan intinya berwarna coklat atau coklat kehitaman. Gejala penyakit ini berupa timbulnya bercak berbentuk lonjong dengan bagian tepi yang tidak teratur yang terdapat pada upih daun dan juga seludang daun bercak tersebut berwarna coklat kemerahan seperti jerami, oker muda atau kuning kehijauan. Sering kali bercak terdapat didekat lidah daun. Pada batang padi bercak mempunyai ukuran yang lebih kecil. Pada keadaan yang lembab dari bercak dapat muncul benang-benang miselia cendawan yang tebal dan pendek berwarna putih atau coklat muda (Semangun, 1994).

Penyakit bercak daun cercospora atau yang sering disebut bercak coklat sempit disebabkan oleh cendawan *Cercospora oryzae*. Penyakit bercak daun cercospora merupakan salah satu penyakit yang sangat merugikan terutama pada lahan sawah yang kahat kalium. Penyakit bercak daun cercospora dapat mengakibatkan daun padi menjadi kering sebelum waktunya sehingga berdampak buruk terhadap turunnya hasil panen tanaman padi dan juga dapat menyebabkan kerebahan tanaman padi (Semangun, 1994).

Gejala penyakit bercak daun cercospora biasanya muncul pada saat tanaman padi menjelang panen yaitu sekitar 11-12 minggu setelah tanam. Gejala awal berupa

timbulnya bercak berbentuk sempit dan memanjang dengan posisi sejajar dengan tulang daun. Bercak tersebut berukuran panjang kurang lebih 5 mm dan lebar 1- 1,5 mm. Bercak tersebut berwarna coklat kemerahan Cendawan *Cercospora oryzae* mampu bertahan dalam jerami atau daun tanaman yang sakit. Perkembangan penyakit bercak daun cercospora sangat dipengaruhi oleh faktor ketahanan varietas, cuaca dan pemupukan (Natawigena, 1990).

H. Pengendalian Penyakit Tanaman

Penyakit tanaman adalah sesuatu yang bersifat mengganggu tanaman sehingga menurunkan kualitasnya, yang berakibat terus menerus dan gejala yang ditimbulkan berbeda-beda. Ada dua macam gejala tanaman yang sakit yaitu gejala luar (*External symptoms*), seperti benjolan, layu, lender, busuk basah (lunak), busuk keras, bercak daun, kurap, luka, perubahan warna atau bentuk daun, menguning, daun atau batang kerdil. Gejala dalam (*internal symptoms*) seperti, generasi jaringan pembusukan jaringan, kerusakan jaringan, jaringan dan selnya mati (Elfina, 2004).

Pengendalian penyakit busuk daun, busuk batang atau busuk umbi (*late blight*) oleh jamur patogen *Phytophthora infestans*, selama ini dilakukan dengan menyemprotkan fungisida sintetis Sandofan MZ 10/56 WP dengan konsentrasi yang dianjurkan, Benlate dengan konsentrasi yang dianjurkan dan Kocide 54. Kebiasaan para petani menyemprot pestisida secara serampangan menyebabkan timbulnya strain baru dari kapang-kapang patogen tersebut yang ditunjukkan adanya kekebalan kapang itu terhadap fungisida sintetis tertentu atau dosis efektif, fungisida sintetis dapat mencapai dua kali dosis anjuran. Untuk menghindari kondisi yang lebih parah,

tindakan yang perlu dilakukan adalah mengganti fungisida yang biasa dipakai dengan fungisida yang berbeda bahan aktif dan cara kerjanya (*mode of action*). Pemakaian fungisida alternatif yang berisi kultur campuran kapang antagonis belum pernah dilakukan, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian pendahuluan tentang efektivitas dan potensi kapang antagonis *Pseudomonas fluorescense* untuk mengendalikan kapang patogen *Phytophthora infestans* secara in vitro (Kusnaedi, 1999).

Penggunaan agen hayati berbahan baku biofungisida sehingga menjadi alternatif yang tepat untuk mengendalikan mikroba patogen penyebab penyakit pada tanaman budidaya. Agen hayati meliputi organisme dan substansi yang dihasilkan yang dapat digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu yang merugikan. Salah satu jenis biopestisida adalah biofungisida berbahan aktif mikroorganisme sel jamur antagonis *Trichoderma* sp, yaitu fungisida penghambat pertumbuhan kapang patogen penyebab penyakit tanaman budidaya yang diharapkan efektif mengendalikan serangan kapang patogen *Phytophthora infestans* tanaman kentang serta aman bagi tanaman budidaya sebagai tanaman bukan sasaran. Jamur antagonis *Trichoderma* spp dapat diisolasi dari tanah lokal, termasuk jamur selulolitik sejati karena mampu menghasilkan komponen selulase secara lengkap. Jamur tanah ini terdiri dari sembilan jenis yaitu *Trichoderma piluliferum*, *Trichoderma polysporum*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma auroviride*, *Trichoderma amantum*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma longibrachiatum*, *Trichoderma pseudokoningii*, dan *Trichoderma viride* (Rifai, 1969).

Jamur-jamur antagonis tanah isolat lokal seperti *Trichoderma* sp pengendalian hayati penyakit lodoh 15 dilaporkan mempunyai aktivitas antagonisme yang kuat terhadap jamur patogen dengan mekanisme hiperparasitismenya dan antibiosisnya sehingga efektif menghambat pertumbuhan kapang patogen tanaman dengan mendegradasi dinding selnya. Dinding sel kapang patogen menjadi rusak kemudian mati melalui aktivitas enzim kitinasenya. Beberapa enzim kitinolitiknya hanya toksik pada kapang patogen penyebab penyakit tanaman budidaya tetapi namun tidak pada mikroorganisme lain dalam tanah dan tumbuhan inang (Thakuria, 2004).

I. Ayat Yang Relevan

Antagonistik dalam mikrobiologi merupakan suatu hubungan antara bakteri dengan jamur. Bakteri berukuran sangat kecil dan umumnya sangat dibenci orang karena merugikan manusia, tetapi sekali lagi segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT di bumi ini tidak sia-sia. Bakteri ada yang merugikan, tetapi juga ada yang menguntungkan yaitu salah satunya bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang digunakan sebagai pengendali penyakit layu pada tanaman.

Allah SWT berfirman dalam surat Al-Baqarah ayat 26:

﴿إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا.....﴾

Terjemahnya: *Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu.....*”

Ayat di atas juga menerangkan bahwa tidak ada satupun ciptaan Allah yang tidak bermanfaat, bahkan nyamuk juga mempunyai manfaat, begitu juga bakteri.

Nyamuk disebutkan dalam ayat ini untuk memperlihatkan bahwa Allah membuat perumpamaan antara benda-benda kecil atau lebih kecil dari itu tidaklah memadai guna menampakkan keagungan Allah SWT.

Al-Qur'an surah Ali Imran ayat 190-191 yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَآخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ
 اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا
 بَطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Terjemahnya: *Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.*

Hukum-hukum alam yang melahirkan kebiasaan-kebiasaan pada hakikatnya ditetapkan dan diatur oleh Allah yang maha hidup lagi maha menguasai dan maha mengelola segala sesuatu. Hakikat ini kembali ditegaskan pada ayat ini mendatang, dan salah satu bukti kebenaran hal tersebut adalah mengundang manusia untuk berpikir, karena *seseungguhnya dalam penciptaan*, yakni kejadian benda-benda angkasa seperti matahari, bulan dan jutaan gugusan bintang-bintang yang terdapat di *langit* atau dalam pengaturan system kerja langit yang sangat teliti serta kejadian dan

perputaran bumi dan porosnya, yang melahirkan silih bergantinya malam dan siang perbedaannya baik dalam masa, maupun dalam panjang dan pendeknya terdapat tanda-tanda kemahakuasaan Allah bagi ulul albab, yakni orang-orang yang memiliki akal yang murni. Kata albab adalah bentuk jamak dari lubb yaitu saripati sesuatu. Kacang, misalnya memiliki kulit yang menutupi isinya. Isi kacang dinamai *lubb*. Ulul albab adalah orang-orang yang memiliki akal yang murni, yang tidak diselubungi oleh “kulit” yakni kabut ide, yang dapat melahirkan kerancuan dalam berpikir. Yang merenungkan tentang fenomena alam raya akan dapat sampai kepada bukti yang sangat nyata tentang keesaan dan kekuasaan Allah SWT.

Ayat ini dan ayat-ayat berikut menjelaskan sebagian dari ciri-ciri siapa yang dinamai Ulul Albab, yang disebut pada ayat yang lalu. Mereka adalah *orang-orang* baik lelaki maupun perempuan *yang* terus-menerus *mengingat Allah*, dengan ucapan, dan atau hati dalam seluruh situasi dan kondisi saat bekerja atau istirahat, *sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring*, atau bagaimanapun *dan mereka memikirkan tentang penciptaan*, yakni kejadian dan sistem kerja *langit dan bumi* dan setelah itu berkata sebagai kesimpulan; “*tuhan kami, tiadalah engkau menciptakan alam raya dan segala isinya ini dengan sia-sia*, tanpa tujuan yang hak. Apa yang kami alami, atau lihat atau dengar dari keburukan atau kekurangan. *Maha suci Engkau* dari semua itu. Itu adalah ulah, atau dosa dan kekurangan kami yang dapat menjerumuskan kami ke dalam siksa neraka *maka peliharalah kami dari siksa neraka*. Karena tuhan kami, kami tahu dan yakin benar *bahwa sesungguhnya siapa yang Engkau masukkan ke dalam neraka, maka sungguh telah Engkau binakan dia*

dengan mempermalukannya di hari kemudian sebagai seorang yang zalim serta menyiksanya dengan siksa yang pedih (M. Quraish Shihab, 2002).

Maksud dari ayat di atas adalah orang-orang yang mendalam pemahamannya dan berpikir tajam (Ulul Albab), yaitu orang yang berakal, orang-orang yang mau menggunakan pikirannya, mengambil faedah, hidayah, dan menggambarkan keagungan Allah. Ia selalu mengingat Allah (berdzikir) di setiap waktu dan keadaan, baik di waktu ia berdiri, duduk atau berbaring. Jadi dijelaskan dalam ayat ini bahwa ulul albab yaitu orang-orang baik lelaki maupun perempuan yang terus menerus mengingat Allah dengan ucapan atau hati dalam seluruh situasi dan kondisi.

Dari keterangan diatas dapat diketahui bahwa objek dzikir adalah Allah, sedangkan objek pikir adalah makhluk-makhluk Allah berupa fenomena alam. Ini berarti pengenalan kepada Allah lebih banyak didasarkan kepada kalbu, Sedangkan pengenalan alam raya oleh penggunaan akal, yakni berpikir. Akal memiliki kebebasan seluas-luasnya untuk memikirkan fenomena alam, tetapi ia memiliki keterbatasan dalam memikirkan Dzat Allah, karena itu dapat dipahami sabda Rasulullah saw yang diriwayatkan oleh Abu Nu'aim melalui Ibn Abbas "berfikirlah tentang makhluk Allah, dan jangan berfikir tentang Allah".

Dari firman Allah ini, terdapat perintah Allah kepada manusia yang telah diberi akal untuk meneliti dan mengkaji segala sesuatu yang ada di langit dan di bumi, karena tidak ada hasil ciptaan Allah yang sia-sia. Semua ciptaan Allah memiliki manfaat dan harus dimanfaatkan. Salah satu ciptaan Allah yang bermanfaat bagi manusia adalah tanaman.

Seseorang dapat melihat agaiman Allah swt memulai menciptakan alam semesta ini, sebagaimana difirmankan-Nya dalam surah Thaahaa ayat 6 yang berbunyi:

لَهُ مَا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَمَا بَيْنَهُمَا وَمَا تَحْتَ الثَّرَى ﴿٦﴾

Terjemahannya: “Kepunyaan-Nya-lah semua yang ada di langit, semua yang di bumi, semua yang di antara keduanya dan semua yang di bawah tanah”

Maksud dari ayat tersebut segala sesuatu adalah milik-Nya, berada dibawah kendali, kehendak, keinginan, dan keputusan-Nya. Dialah pencipta semua itu sekaligus Rajanya dan juga Rabbnya, yang tiada Ilah (yang berhak diibadahi) selain dia dan dia adalah Rabb selain Dia semesta. Allah Ta’Ala berfirman : (*wamaa tahtats-tsar(a)*) ”Dan semua yang ada dibawah tanah”. Muhammad bin Ka’ab mengatakan yakni, apa yang terdapat dibawah bumi ketujuh. *Wallaahu’ a’lam* (Tafsir Ibnu Katsir Jilid 6: 3, 2014).

Dari ayat di atas dapat kita ketahui bahwa Allah SWT menciptakan makhluk hidup bermacam-macam. Ada yang bisa dilihat dengan mata telanjang dan ada pula yang hanya bisa dilihat menggunakan alat bantu misalnya dengan menggunakan mikroskop. Salah satu contoh makhluk mikroskopis adalah bakteri. Allah SWT menciptakan makhluk hidup tidak hanya merugikan tetapi ada juga yang menguntungkan contohnya adalah beberapa jenis bakteri dapat digunakan untuk membantu dalam penyediaan hara dan pengendalian penyakit pada tanaman sehingga didapatkanlah hasil pertanian yang maksimal. Dalam hal ini jenis mikroorganisme

yang dimaksud adalah bakteri. Adapun jenis bakteri yang didapatkan pada hasil penelitian ini yaitu dari genus *Enterobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus*, dan *Staphylococcus*. Itu semua merupakan tanda-tanda kekuasaan Allah. Kita sebagai manusia wajib bersyukur atas semua yang telah diberikan kepada kita. Dan kita diberikan ilmu untuk mempelajari semua yang ada di bumi ini sehingga kita dapat menemukan penemuan-penemuan baru yang kelak akan berguna untuk masa depan.

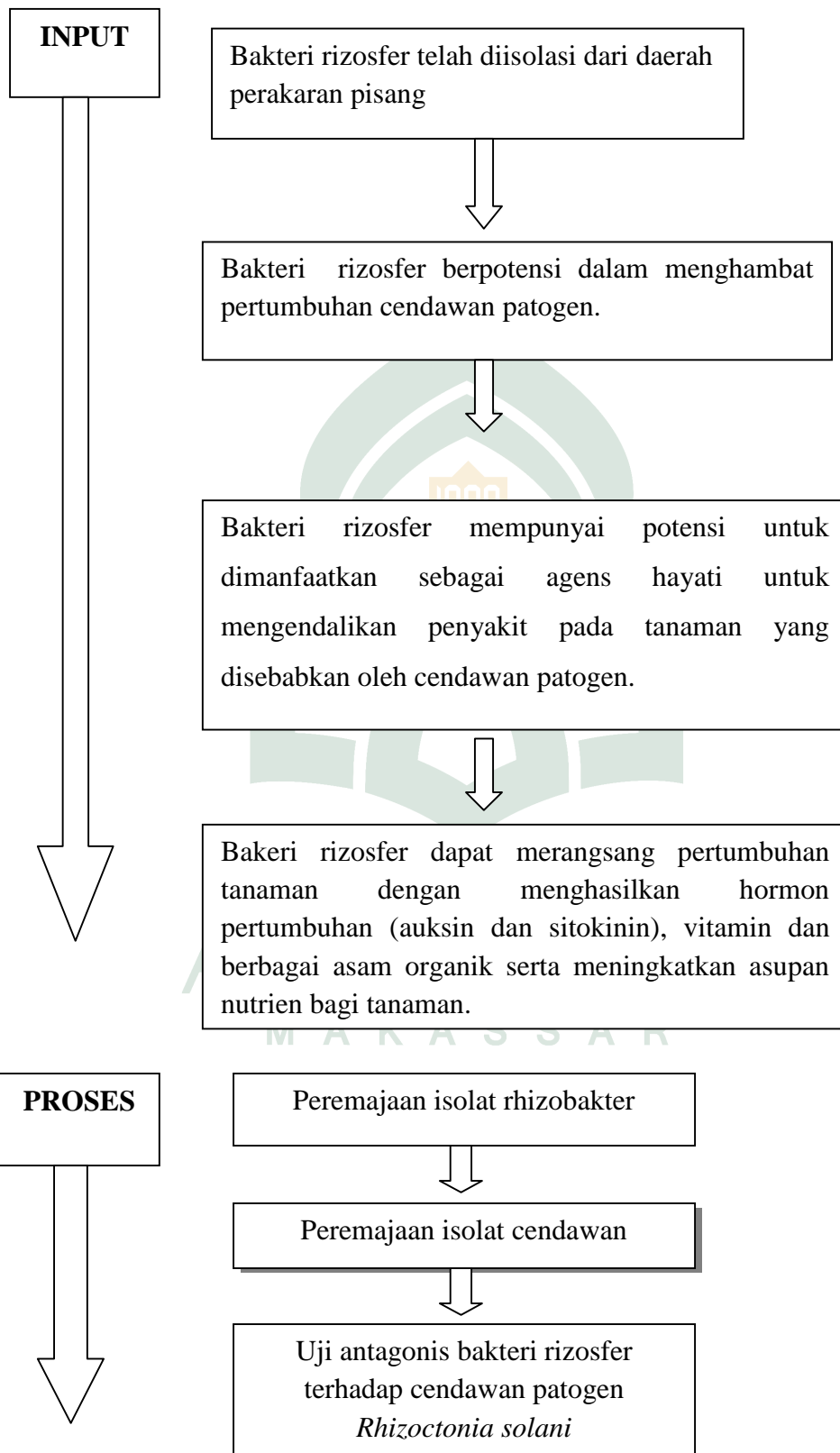
J. Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bakteri rizosfer pisang tidak dapat menghambat pertumbuhan cendawan patogen.
2. Bakteri rizosfer pisang mampu menghambat pertumbuhan cendawan patogen.

K. Kerangka Fikir

Adapun kerangka pikir pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



OUTPUT

Bakteri rizosfer pisang dapat
menghambat pertumbuhan
cendawan patogen



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif eksperimental, yang bertujuan untuk melihat uji antagonis bakteri rizosfer pisang terhadap cendawan patogen *Rhizoctonia solani* yang dilakukan dengan 10 perlakuan dan tiga kali ulangan pada masa inkubasi 14 hari pada suhu ruangan. Penelitian ini dilaksanakan Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

B. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif ekperimental. Dimana metode ini merupakan prosedur penelitian yang bersifat validation atau menguji, yaitu menguji kemampuan bakteri rizosfer pisang dalam meghambat pertumbuhan cendawan patogen *Rhizoctonia solani*.

C. Variable Penelitian

Adapun variabel pada penelitian ini yaitu:

1. Variabel bebas : bakteri rizosfer pisang
2. Variabel terikat : pertumbuhan cendawan patogen.

D. Defenisi Operasional Variable

Adapun defenisi operasional variabel, antara lain:

1. Isolat bakteri rizosfer adalah biakan murni yang terdapat di sekitar perakaran tanaman.
2. Pertumbuhan cendawan patogen adalah proses penambahan ukuran, bentuk serta volume yang di iringi dengan proses menuju kedewasaan. Pertumbuhan cendawan patogen ditandai dengan terbentuknya hifa dan miselium pada cendawan. Pertumbuhan tidak hanya terjadi pada makhluk hidup tetapi juga dapat terjadi pada benda-benda lain yang mempunyai sifat yang hampir sama dengan makhluk hidup hanya saja tidak bernyawa.

E. Instrument Penelitian (Alat Dan Bahan)

1. Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah jarum ose, bunsen, tabung reaksi, *hot plate stirrer*, oven, autoklaf, lemari es, sendok, cawan petri, inkubator, labu Erlenmeyer, gelas kimia, rak tabung, *Laminary Air Flow*.

2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah media PDA (*Potato Dextrose Agar*), media NA (*Nutrient Agar*), aquadest, silk, aluminium foil, tissue, isolat bakteri terpilih dari rizosfer pisang, isolat cendawan *Rhizoctonia solani*.

F. Prosedur Kerja

1. Sterilisasi Alat

Alat-alat yang akan digunakan dicuci dengan deterjen hingga bersih lalu dibilas dengan air suling, kemudian alat-alat gelas disterilkan dengan menggunakan oven pada suhu 180°C selama 2 jam. Alat-alat logam disterilkan dengan cara dipijarkan menggunakan lampu spiritus. Alat-alat plastik disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C tekanan 2 atm selama 15 menit.

2. Pembuatan Medium Pertumbuhan

Pembuatan media diawali dengan menimbang semua bahan secara teliti kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan dengan aquadest. Selanjutnya dilarutkan dengan *hot plate stirrer*. Setelah semua bahan homogen kemudian dituangkan ke dalam Erlenmeyer lalu ditutup selanjutnya disterilkan dalam autoklaf pada tekanan 2 atm dengan suhu 121°C selama 15 menit.

3. Peremajaan isolat bakteri rizofe

Isolat bakteri rizosfer pisang diremajakan dalam media NA. Sebanyak satu ose kultur bakteri diinokulasi kedalam media NA miring kemudian diinkubasi selama 1 X 24 jam pada suhu 37°C .

4. Peremajaan isolat cendawan

Tujuan peremajaan isolat yaitu untuk memacu pembentukan struktur reproduksi/ morfologi fungi. Beberapa media yang digunakan untuk proses peremajaan isolat diantaranya: media PDA (*Potato Dextrose Agar*), komposisi satu liter PDA terdiri atas kentang 200 gram, agar/gel 20 gram dan 15 gram

Dextrose. Media tersebut disterilkan dalam autoklaf dengan suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit. Media yang sudah disterilisasi dituangkan ke dalam cawan petri, tunggu hingga media dingin dan membeku, selanjutnya isolat fungi dimasukkan ke dalam media yang telah disiapkan dengan menggunakan jarum ose di dalam *laminar air flow cabinet*. Kemudian kultur diinkubasi pada suhu kamar selama waktu yang ditentukan.

5. Uji antagonis

Isolat bakteri Rizosfer pisang terpilih diuji aktivitas anticendawannya terhadap *Rhizoctonia solani* menggunakan media PDA dengan mengacu pada metode Dikin et al (2006). Isolat bakteri digoreskan pada media PDA dengan jarak 3 cm dengan cendawan patogen kemudian di inkubasi pada suhu kamar selama 14 hari. Antagonistik ditandai dengan terbentuknya jarak antara isolat bakteri dengan cendawan patogen.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil uji antagonis bakteri rizosfer pisang terhadap cendawan patogen *Rhizoctonia solani* di dapatkan 4 genus bakteri yang mampu menghambat pertumbuhan cendawan patogen yaitu *Enterobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*.

Tabel 4. 1. Uji antagonis bakteri rizosfer pisang terhadap cendawan patogen *Rhizoctonia solani*.

| No. | Isolat | Diameter Cendawan |
|-----|------------------------|-------------------|
| 1. | <i>Corynebacterium</i> | 5.17 cm |
| 2. | <i>Klebsiella</i> | 5.37 cm |
| 3. | <i>Enterobacter</i> | 5.67 cm |
| 4. | <i>Enterobacter</i> | 4.67 cm |
| 5. | <i>Bacillus</i> | 1.97 cm |
| 6. | <i>Micrococcus</i> | 1.94 cm |
| 7. | <i>Mycrobacterium</i> | 6.67 cm |
| 8. | <i>Bacillus</i> | 5.17 cm |
| 9. | <i>Bacillus</i> | 6.24 cm |
| 10. | <i>Staphylococcus</i> | 4.34 cm |
| 11. | kontrol | 7 cm |



Kontrol



Enterobacter



Bacillus



Micrococcus



Bacillus



Staphylococcus

Gambar 4.1 Hasil uji antagonisme hari ke – 14 pada media PDA dimana pertumbuhan hifa cendawan patogen *Rhizoctonia solani* tidak normal.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan uji antagonis hari ke – 14 pada media PDA menunjukkan bahwa bakteri rizosfer mampu menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Rhizoctonia solani*, dilihat dari diameternya yang lebih kecil daripada kontrol di mana rata-rata diameter setiap isolat berbeda beda kontrol dengan rata-rata diameter yaitu 7 cm. *Corynebacterium* dengan rata-rata diameter yaitu 5.17 cm, *Klebsiella* dengan rata-rata diameter 5.37, *Enterobacter* rata-rata diameter 5.67, *Enterobacter* rata-rata diameter 4.67, *Bacillus* dengan rata-rata diameter 1.97, *Micrococcus* rata-rata diameter 1.94, *Mycrobacterium* rata-rata diameter 6.67, *Bacillus* rata-rata diameter 5.17, *Bacillus* dengan rata-rata diameter 6.24, dan *Staphylococcus* dengan rata-rata diameter 4.34.

Salah satu bakteri yang bermanfaat untuk tanaman diantaranya ialah *Bacillus subtilis*. Bakteri antagonis tersebut diketahui mampu menghambat jamur patogen dengan menghasilkan senyawa yang diketahui sebagai antifungal. Beberapa diantaranya ialah bakteri *Bacillus* sp. mampu menghasilkan senyawa fengycin dan bacillomycin yang diketahui sebagai antifungal, dan banyak senyawa peptid antibiotik lainnya yang diproduksi oleh *Bacillus* sp (Stein, 2005).

Bacillus subtilis adalah bakteri antagonis yang dapat ditemukan di air, tanah, udara, dan residu tanaman yang telah membusuk. Beberapa spesies dari *Bacillus* sp. diketahui berpotensi sebagai agens hayati. Bakteri *Bacillus* sp dapat digunakan untuk menekan penyakit bulai jagung yang disebabkan oleh jamur patogen *Peronosclerospora sorghi* (Sadoma et al., 2011).

Pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa mekanisme antagonis isolat bakteri dari genus *Enterobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus*, dan *Staphylococcus*, terhadap cendawan patogen *Rhizoctonia solani* dapat dilihat dari diameternya yang lebih kecil daripada kontrol dan pertumbuhan hifanya yang lebih tipis dibandingkan kontrol.

Genus *Bacillus* merupakan bakteri Gram positif, bakteri aerob dan anaerob fakultatif yang menggunakan oksigen sebagai penerima elektron terakhir pada rantai respirasi selnya. Kemampuan *Bacillus* dalam membentuk endospora sangat menguntungkan bagi bakteri tanah terkait dengan habitatnya yang selalu berubah dan tidak menguntungkan. Bakteri *Bacillus* sp. tergolong memiliki mekanisme antagonis berupa antibiosis dimana zat antibiosis yang dihasilkan oleh bakteri dan secara difusi melalui medium dapat menghambat pertumbuhan cendawan patogen serta karena produksi siderofor yang dapat menghabiskan ion-ion besi yang dibutuhkan oleh patogen. Hal tersebut ditandai dengan koloni jamur *Rhizoctonia solani* memendek dan terdapat jarak pemisah antara koloni jamur patogen dengan koloni bakteri antagonis. Pada pengamatan yang telah dilakukan struktur sel pada hifa cendawan patogen *Rhizoctonia solani* mengalami pertumbuhan yang tidak normal diakibatkan antifungal yang dihasilkan bakteri antagonis. Hifa cendawan tersebut mengalami malformasi. Hal tersebut ditandai dengan bagian tidak berwarna pada hifa (lisis). Kemudian hifa tersebut berukuran lebih besar dibandingkan dengan hifa normal cendawan tersebut. Kemudian hifa tersebut mengecil pada bagian ujung. Eliza et al (2007) menyatakan bahwa senyawa antifungal yang dihasilkan oleh bakteri secara umum mengakibatkan terjadinya pertumbuhan yang abnormal pada hifa

(malformasi), yang ditunjukkan dengan pembengkakan dan pemendekan hifa yang mengakibatkan hifa tidak dapat berkembang dengan sempurna. Struktur hifa jamur patogen *Rhizoctonia solani* rusak serta tidak mampu tumbuh normal, hifa tersebut juga tidak mampu menghasilkan sklerotia. Jumlah sklerotia yang dihasilkan pada koloni cendawan patogen berjumlah lebih sedikit. Hal tersebut terutama terjadi pada koloni cendawan patogen yang laju pertumbuhannya terhambat oleh bakteri antagonis *Bacillus* sp. Hal ini sesuai dengan Nalisha (2006) menyatakan bahwa ketika cendawan patogen diujiantagoniskan dengan biakan *Bacillus* sp. penghambatan pertumbuhan miselia terjadi selaras dengan penurunan produksi sklerotia

Genus *Enterobacter* merupakan bakteri berbentuk batang, Gram negatif, motil dengan bantuan flagellum peritrikus. Beberapa galur membentuk kapsul. Menggunakan sitrat dan asetat sebagai satu-satunya sumber karbon dan dijumpai di dalam tinja manusia, hewan, limbah tanah dan beberapa perairan alamiah (Pelczar, 2012: 949). Beberapa genus *Enterobacter* memfermentasi glukosa dan laktosa sebagai sumber karbon. Genus *Enterobacter* merupakan salah satu bakteri yang berfungsi sebagai PGPR dan mampu menghasilkan hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) yang dapat membantu dalam proses mempercepat pertumbuhan. Hal ini menunjukkan bahwa genus *Enterobacter* yang diuji antagonisnya dapat menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Rhizoctonia solani*.

Genus *Micrococcus* merupakan sel berbentuk bola berdiameter 0,5 sampai 3,5 μm terdapat tunggal dan berpasangan, dan secara khas membelah diri pada lebih satu bidang hingga membentuk suatu gelombang yang teratur, tetrad, atau pekat

berbentuk kubus. Mekanisme respirasinya sejati, aerobik, pertumbuhan optimum 25 sampai 30°C. merupakan penghuni umum air tawar dan tanah. Genus *Micrococcus* banyak terdapat di lapisan perakaran tanaman dan dapat meningkatkan fosfat yang tersedia pada tanah.(Pelczar, 2012: 951). Adanya bakteri *Micrococcus* yang ditemukan dapat meningkatkan ketersediaan hara fosfat dalam tanah dan memacu pertumbuhan akar (Saraswati, 1999). Pada hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *Micrococcus* diisolasi dari vermin kompos mapu menghasilkan hormone IAA (Daniel *et al*, 2011).

Isolat *Staphylococcus* adalah bakteri Gram positif, berbentuk kokus (bulat), umumnya membentuk formasi ireguler seperti buah anggur. Mudah tumbuh dalam berbagai media, memfermentasi karbohidrat dan menghasilkan pigmen berwarna putih hingga kuning tua (keemasan). Pada media cair, bakteri ini dapat membentuk formasi sel tunggal, berpasangan, tetrad dan rantai. Menurut Madigan *et al* (2000) *Staphylococcus* adalah bakteri aerob dan anaerob fakultatif yang mampu memfermentasikan manitol dan menghasilkan enzim koagulase, hyaluridinase, fosfatase, protease, dan lipase.

Bakteri antagonis selain diketahui telah mampu menghambat pertumbuhan patogen juga dikenal luas sebagai PGPR (Jatnika *et al*, 2013). Bakteri yang mempunyai potensi agens antagonis antara lain: *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus* sp. Bakteri agens antagonis tersebut dapat menekan cendawan atau bakteri lain dengan kompetisi ruang, kompetisi nutrisi atau parasitisme langsung. Kompetisi ruang ditunjukkan dengan adanya koloni bakteri yang tumbuh tersebar hampir di

seluruh media. Kompetisi nutrisi terjadi karena bakteri mampu menyerap bahan organik yang terkandung pada media. Umumnya aktifitas organisme yang satu dengan organisme yang lain, akan saling bersaing terhadap tempat, udara, air dan bahan makanan (*nutrient*) (Susanna 2000).

Kemampuan bakteri dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen membuktikan bahwa bakteri tersebut mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai agen hayati untuk mengendalikan penyakit pada tanaman.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil uji antagonis bakteri rizosfer pisang terhadap cendawan patogen *Rhizoctonia solani* menggunakan 10 isolat bakteri setelah di inkubasi selama 14 hari didapatkan 4 genus bakteri yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Rhizoctonia solani* yaitu *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Staphylococcus*. Penghambatan terhadap pertumbuhan cendawan patogen dilihat dari diameternya lebih kecil daripada kontrol dan pertumbuhan hifanya lebih tipis dibandingkan kontrol.

B. Saran

Adapun saran dalam penelitian ini adalah perlu dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap mekanisme antagonis, agar lebih meyakinkan kemampuan bakteri sebagai agen pengendali penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. *Mikroba antagonis sebagai agen hayati pengendalian penyakit tanaman*. Balai Penelitian Tanaman Hias: Cianjur, 2004.
- Agrios, G.N. *Plant Pathology Fourth Edition*. Academic Press, California, 1996.
- Alexopolous C.J., Mims, C.W., Blackwell M. *Introductory Mycology*. John Wiley & Sons, Inc. Canada America. 1996.
- Aryantha, I.N.P., D.P. Lestari dan N.P.D. Pangesti. *Potensi Isolat Bakteri Penghasil IAA dalam Peningkatan Pertumbuhan Kecambah Kacang Hijau pada Kondisi Hidroponik*. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*. Vol. 9(2). P : 43-46. 2004.
- Bashan, Y., & Holguin, G. *Proposal for The Division of Plant Growth Promoting Rhizobacteria into Two Classifications Biocontrol PGPB (Plant Growth-Promoting Bacteria) and PGPB*. *Soil Biol Biochem*. 30: 1225-1228. 1998.
- Baker, R. and C.A. Martinson. *Epidemiology of diseases caused by Rhizoctonia solani*. p. 172–178. In J.R. Parmeter, Jr. (Ed.). *Rhizoctonia solani: Biology and Pathology*. 1970.
- Bibiana W, L. dan Mastowo Sugyo. *Mikrobiologi*. Institut Pertanian Bogor : PAU bioteknologi, 1994.
- Booth C. *The Genus Fusarium*. Key Surrey: Commonwealth Mycological Institute, 1971.
- Brock, T. D., Madigan, M.T., Martinko, J. *Biology of Microorganisms*. Sixth edition. New York: Prentice Hall. 2003.
- Brown, A. E. *Microbiological Applications*. Higher Education. New York. 2007.
- Bruehl, G. W. *Soilborne Plant Pathogens*. Macmillan Publ. Co. New York. 1987.
- Campbell Neil, Jane B Reece, Lawrence Mitchell. *Biologi Jilid 2 Edisi ke 5*. Erlangga: Jakarta. 2003.
- Ceresini, P. *Rhizoctonia solani*, pathogen profile as one of the requirements of the course. *Soilborne Plant Pathogens*. NC. State University. 1999.

- Chen, C-Y, Y-H Wang, and C-J Huang. Enhancement of the Antifungal Activity of *Bacillus subtilis* f29-3 by the Chitinase Encoded by *Bacillus circulans* chiA Gene. *Can J Microbiol.* 2004.
- Chen, W-q, and T.J. Michailides. Collection and Trials of Biocontrol Agents Against *Botryosphaeria panicle* and Shoot Blight of Pistachio. Postdoctoral Research Associate. 2004.
- Cholil, A dan Latief Abadi. Penyakit penyakit penting tanaman pangan. Pendidikan Program Diploma Satu Pengendalian Hama Terpadu. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, 1991.
- Desnurvia, R. Identifikasi dan uji patogenesitas bakteri penyebab penyakit layu asal pisang pada buah pisang Ambon. Tesis IPB. Bogor. 1990.
- Djafarudin. Dasar-dasar Pengendalian Penyakit Tanaman. Bumi Aksara. Jakarta. 2000.
- Dwidjoseputro. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Djambatan. 1994.
- Downing, K.J., and J.A. Thomson. Introduction of the *Serratia marcescens* chiA Gene into an Endophytic *Pseudomonas fluorescens* for the Biocontrol of Phytopathogenic Fungi. 2000.
- Eliza, A. Munif, I. Djatnika, dan Widodo. Karakter Fisiologis dan Peranan Antibiosis Bakteri Perakaran Graminae terhadap *Fusarium* dan Pemacu Pertumbuhan Tanaman Pisang. *J. Hort.* Vol. 17 No. 2, 2007. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Faperta, IPB. 2007.
- Elfina yetti dan Puspita fifi. Buku Ajar Pengendalian Hama Terpadu. Faperika Press Universitas Riau. Pekanbaru RIAU. 2004.
- Ferfinia, A. Eksplorasi Bakteri dan Cendawan Rizosfer yang Berasosiasi dengan Penyakit Busuk Basah pada Batang Pepaya (*Carica papaya* L.) Di Pasir Kuda, Desa Ciomas, Bogor. Skripsi. Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian. IPB, Bogor (Publikasi), 2010.
- Glick, B.R. dan D.M. Penrose. *Plant Surface Microbiology. The Use of ACC Deaminase-Containing Plant Growth-Promoting Bacteria to Protect Plants Against the Deleterious Effects of Ethylene.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2004.
- Hafsah. *Mikobiologi umum*. Makassar : Alauddin University Press. 2011.

- Habazar. T. *Fitobakteriologi*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian Unand. Padang, 1989.
- Henry D. Foth, Soenartono Adisoemarto. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah* Ed Ke 6, Erlangga: Jakarta. 1994.
- Husen, E., R. Saraswati dan R.D. Hastuti. *Rizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman*. 2008.
- Irianto, K. *Mikrobiologi: Menguak Dunia Mikroorganisme* Jilid 2, CV. Yrama Widya. Bandung, 2007.
- Iriani, E. and Sumartini. Control of corn sheath blight (*Rhizoctonia solani*) by cultural practices. p. 521–525. Prosiding Kongres Nasional XII dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Yogyakarta. 1995.
- Jatnika, W., Abadi, A. L., dan Aini, L. Q. *Pengaruh Aplikasi Bacillus sp. dan Pseudomonas sp. Terhadap Perkembangan Penyakit Bulai yang Disebabkan Oleh Jamur Patogen Peronoslerospora maydis Pada Tanaman Jagung*. Jurnal HPT. 2013
- Kasutjianingati. Pembiakan mikroorganisme genotipe pisang (*Musa spp.*) dan potensi bakteri endofit terhadap layu fusarium (*Fusarium oxysporum f.sp. cubense*). [Tesis]. Sekolah Pascasarjana. Bogor: IPB, 2004.
- Kemas Ali Hanafiah dkk, *Biologi Tanah*. PT Raja Grafindo Persada: Jakarta. 2005.
- Khalid, A., M. Arshad, and Z.A. Zahir. Screening Plant Growth-Promoting Rhizobacteria for Improving Growth and Yield of Wheat. 2004.
- Kusnadi, P., Syulasm, A., Purwianingsih, W., & Diana. *Mikrobiologi*. Jurusan Pendidikan Biologi. FPMIPA-UPI. IMSTEP. 2003.
- Kusnaedi, *Pengendalian Hama tanpa Pestisida*. Jakarta. Penebar Swadaya. 1999.
- Lay, B.W. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 1994.
- Lehninger. *Dasar – dasar Biokimia*, Jilid I. Erlangga :Jakarta. 1995.
- Maria, PD. *Eksplorasi dan uji antagonisme bakteri rhizosfer tanah dan endofit akar untuk pengendalian penyakit layu (Fusarium oxysporum f.sp. cubense) pada pisang (Musa paradisiaca)*. Skripsi. HPT. Fakultas Pertanian. IPB. 2002.

- Munif A, Hallmann J, Sikora RA. 2000. Evaluation of the biocontrol activity of endophytic bacteria from tomato against *Meloidogyne incognita*. Med Fac Landbouww Univ Gent. 65(2b):471-480.
- Nasahi, H. C. peran mikroba dalam pertanian organik. Tesis. Universitas Padjajaran: Bandung. 2010.
- Nalisha, I., Muskhazli, M., dan Nor F. T. *Production of Bioactive Compounds by Bacillus subtilis Against Sclerotium rolfsii*. Malaysian Jurnal of Microbiology, vol 2(2) 2006, pp. 19-23. Biology Department, Faculty of Science, Universiti Putra Malaysia, 43400 Serdang. Selangor. 2006.
- Natawigena Hidayat. *Pengendalian Hama Terpadu*. Bandung:CV. ARMICO, 1990.
- Pelczar, M.J. Dan Chan, E.C.S. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta :UI Press, 1986.
- Rao, NSS. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Universitas Indonesia (UI Press). Jakarta, 1994.
- Radji, M. *Peranan Bioteknologi dan Mik-roba Endofit dalam Pengembangan Obat Herbal*. Laboratorium Mikrobiologi dan Biotek-nologi. Vol. II. Departemen Farmasi, FMIPA-UI, Kampus UI Depok. 113 – 126. Departemen Farmasi, FMIPA-UI, Kampus UI Depok 16424 Majalah Ilmu Kefarmasian, 2005.
- Rukmana R, Sugiandi S. *Penyakit Tanaman dan Tehnik Pengendalian*. Yogyakarta:Kanisius, 1997.
- Sadoma, M.T., El-Sayed, A.B.B., dan ElMoghazy, S.M. Biological Control of Downy mildew Disease of Maize Caused by Peronosclerospora sorghi Using Certain Biocontrol Agents Alone or In Combination. J. Agric. Res. Kafer El-Sheikh Univ. 2011.
- Scow K and Werner M. Soil Ecology: In Cover cropping in Vineyards. University of California : Division of Agricultural and Natural Resource, Publication 3338.page 69-79. 1998.
- Semangun, H. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 1996.
- Sharma, R.C., P. Srinivas, and B.K. Basta. Banded leaf and sheath blight of maize – its epidemiology and management. p. 108–112. In N.P. Rajbhandari, J.K. Ransom, K. Adhikari, A.E.E. Palmer (Eds.). Proceedings of a Maize

- Symposium, Kathmandu (Nepal), 3–5 December 2001. Sustainable Maize Production Systems for Nepal. Kathmandu, Nepal. NARC: CIMMYT. 2002.
- Shehata, Fawzy, S dan Borollosy, AM. Induction of Resistance Against Zucchini yellow Mosaic Potyvirus and Growth Enhancement of Squash Plants Using Some Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 2: 174-182, 2008.
- Smith, J.D., K.K. Kidwell., M.A. Evans., R.J. Cook and R. W. Smiley. Assess-ment of spring wheat genotypes for disease reaction to *Rhizoconia solani* AG 8 in controlled environment and direct-seeded field evaluation. *Crop Science* 43 : 694-700, 2003.
- Stein, T. *Bacillus subtilis antibiotics : structures, syntheses and specific functions*. Molecular Microbiology. 2005.
- Stover, R.H. Fusarium Wilt (Panama Disease) of Bananas and Other Musa Species. Commonwealth. Mycological institute. 1962.
- Suriawiria, U. Pengantar untuk Mengena/ dan Menanam Jamur, Penerbit Angkasa, Bandung, 1986.
- Suryadi, Y. Efektifitas *Pseudomonas flourescens* Terhadap Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) Pada Tanaman Kacang Tanah. *Dalam Jurnal HPT Tropika*. 2009.
- Sutedjo MM, Kartasapoetra AG, Sastroatmojo RSD. Mikrobiologi Tanah. Jakarta: Penerbit Rineka., 1991.
- Susanto, R. 2002. Penerapan Pertanian Organik, kanisius, Yogyakarta.
- Susanna. Analisis Introduksi Mikroorganisme Antagonis Untuk Pengendalian Hayati Penyakit Layu (*Fusarium oxysporum f.sp. cubence*) pada Pisang (*Musa sapientum* L.). Tesis. IPB. Bogor. 2000.
- Soesanto, L (2008). *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. PT RajaGrafindo Perkasa, Jakarta.
- Sunarwati, D. dan R. Yoza. Kemampuan *Trichoderma* dan *Penicillium* dalam Menghambat Pertumbuhan Cendawan Penyebab Penyakit Busuk Akar Durian (*Phytophthora palmivora*) Secara *In Vitro*. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. Seminar Nasional Program dan Strategi Pengembangan Buah Nusantara. Solok. 2010.

- Sumarsih, Sri. Mikrobiologi Dasar. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UPN Veteran Yogyakarta. 2003.
- Stanier RY, Edward A Adelberg, John Ingram. *Dunia Mikroba 1*. Gunawan AG, Angka SL, Ko GL, Hastowo, Bibiana L, penerjemah; Tjitrosomo SS, editor. Jakarta: Penerbit Bhartara Karya Aksara; Terjemahan dari: *Microbial World*, 1976.
- Suharti M. Penyebab dan Pengaruh Lingkungan Terhadap Timbulnya Penyakit Damping-off pada Pembibitan Pinus merkusii Jungh et De Vriese. Bogor: Lembaga Penelitian Hutan, 1972.
- Sweets, L.E. and A. Wrather. Integrated Pest Management. Corn Diseases. MU Extension, University of Missouri, Columbia. 23 pp, 2000.
- Tehrani AS. and Ramazani M. Biological control of *Fusarium oxysporum*, the causal agent of onion wilt by antagonistic bacteria. Comm Agr Appl Biol Sci. 2003.
- Thakuria, D., N.C. Talukdar, C. Goswami, S. Hazarika, and R.C. Boro. *Characterization and Screening of Bacteria from Rhizosphere of Rice Grown in Acidic Soils of Assam*. Hazarika, and R.C. Boro. 2004.
- Tjitrosomo, siti sutarmi. *Botani Umum 4*. Angkasa: Bandung. 1984.
- Volk S. *Mikrobiologi Dasar*. Jakarta: Erlangga. 1988.
- Walker JC. *Plant Pathology 2nd ed*. New York: McGraw Hill Book Company, Inc, 1957.
- Waluyo Lud. *Teknik Metode Dasar Dalam Mikrobiologi*. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang. 2008.
- Wahyudi, A.T. *Rhizobacteria Pemacu Pertumbuhan Tanaman : Prospeknya sebagai Agen Biostimulator & Biokontrol*. Nano Indonesia. 2009.
- Waksman SA. *Soil Microbiology*. New York : John Willey & Sons. 1952.



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

Lampiran 2: Alat Dan Bahan Yang Digunakan Pada Penelitian



Laminary Air Flow (LAF)



Hot Plate and Stirrer



Autoklaf



Oven



Neraca analitik



Cawan Petri



Isolat cendawan *Rhizoctonia solani*

Gelas Kimia



Kulkas



Labu Erlenmeyer



Media PDA

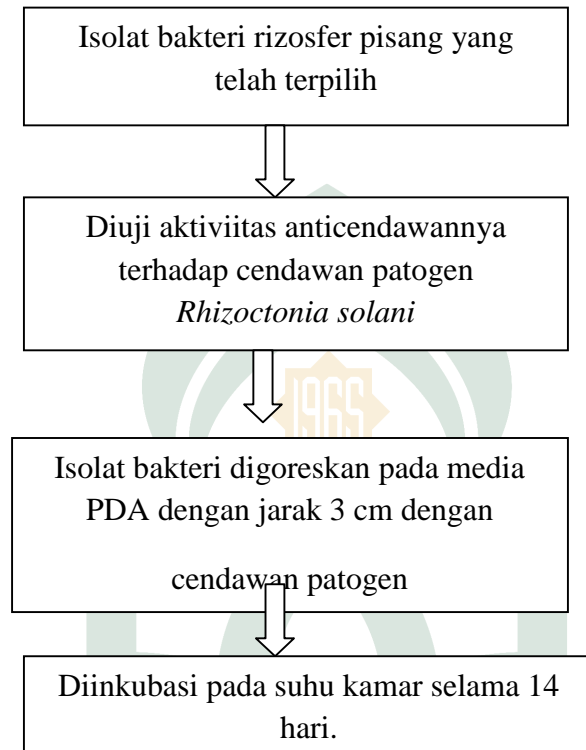


Media NA



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

Lampiran 1. Skema Kerja uji antagonis bakteri rizosfer pisang terhadap cendawan patogen *Rhizoctonia solani*.





UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

uji : n percobaan untuk mengetahui mutu sesuatu (ketulenan, kecakapan ketahanan, dsb)

Bakteri berasal dari bahasa Latin bacterium; jamak: bacteria adalah kelompok organisme yang tidak memiliki membran inti sel. Organisme ini termasuk ke dalam domain prokariota dan berukuran sangat kecil (mikroskopik). Hal ini menyebabkan organisme ini sangat sulit untuk dideteksi, terutama sebelum ditemukannya mikroskop. Barulah setelah abad ke-19 (setelah ditemukannya mikroskop), ilmu tentang mikroorganisme terutama bakteri (bakteriologi) mulai berkembang.

Rizosfer adalah bagian tanah di mana lebih banyak terdapat bakteri di sekitar akar tanaman daripada tanah yang jauh dari akar tanaman.

Endofit adalah bakteri yang menempati jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit pada tanaman. Sebaliknya, bakteri endofit tersebut ada yang mampu memproduksi senyawa-senyawa bermanfaat seperti senyawa antimikrobal, enzim pendegradasi dinding sel maupun zat pengatur tumbuh auxin, sitokinin dan etilin,

Pisang merupakan tumbuhan tera raksasa berdaun besar memanjang dari suku Musaceae.

Jamur atau cendawan adalah tumbuhan yang tidak mempunyai klorofil sehingga bersifat heterotrof. Jamur ada yang uniseluler dan multiseluler. Tubuhnya terdiri dari benang-benang yang disebut hifa. Hifa dapat membentuk anyaman bercabang-cabang yang disebut miselium. Reproduksi jamur, ada yang dengan cara vegetatif ada juga dengan cara generatif. Jamur menyerap zat organik dari lingkungan melalui hifa dan miseliumnya untuk memperoleh makanannya. Setelah itu, menyimpannya dalam bentuk glikogen. Jamur merupakan konsumen, maka dari itu jamur bergantung pada substrat yang menyediakan karbohidrat, protein, vitamin, dan senyawa kimia lainnya. Semua zat itu diperoleh dari lingkungannya. Sebagai makhluk heterotrof, jamur dapat bersifat parasit obligat, parasit fakultatif, atau saprofit.

Cara hidup jamur lainnya adalah melakukan simbiosis mutualisme. Jamur yang hidup bersimbiosis, selain menyerap makanan dari organisme lain juga menghasilkan zat tertentu yang bermanfaat bagi simbiionnya. Simbiosis mutualisme jamur dengan tanaman dapat dilihat pada mikoriza, yaitu jamur yang hidup di akar tanaman kacang-kacangan atau pada liken. Jamur berhabitat pada bermacam-macam lingkungan dan berasosiasi dengan banyak organisme. Meskipun kebanyakan hidup di darat, beberapa jamur ada yang hidup di air dan berasosiasi dengan organisme air. Jamur yang hidup di air biasanya bersifat parasit atau saprofit, dan kebanyakan dari kelas Oomycetes

Patogen adalah organisme atau virus yang menyebabkan penyakit.



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

Lampiran 3: Bakteri Yang Tidak Dapat Menghambat Pertumbuhan Cendawan Patogen *Rhizoctonia Solani*



Corynebacterium



Klebsiella



Enterobacter



Mycrobacterium



Bacillus



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

RIWAYAT HIDUP



Nurkumala Dewi lahir di Garetong kabupaten Enrekang kecamatan Enrekang provinsi Sulawesi selatan, pada tanggal 06 September 1993, anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Paba'a dan Nia'. Penulis memulai pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 1999-2005 di SDN 42 Buttu-Batu, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 4 Enrekang pada tahun 2005-2008. Selanjutnya penulis melanjutkan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) PGRI Enrekang pada tahun 2008-2011. Pada tahun 2011, penulis mengikuti ujian SMPTN dan dinyatakan lulus pada Prodi Biologi di Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R